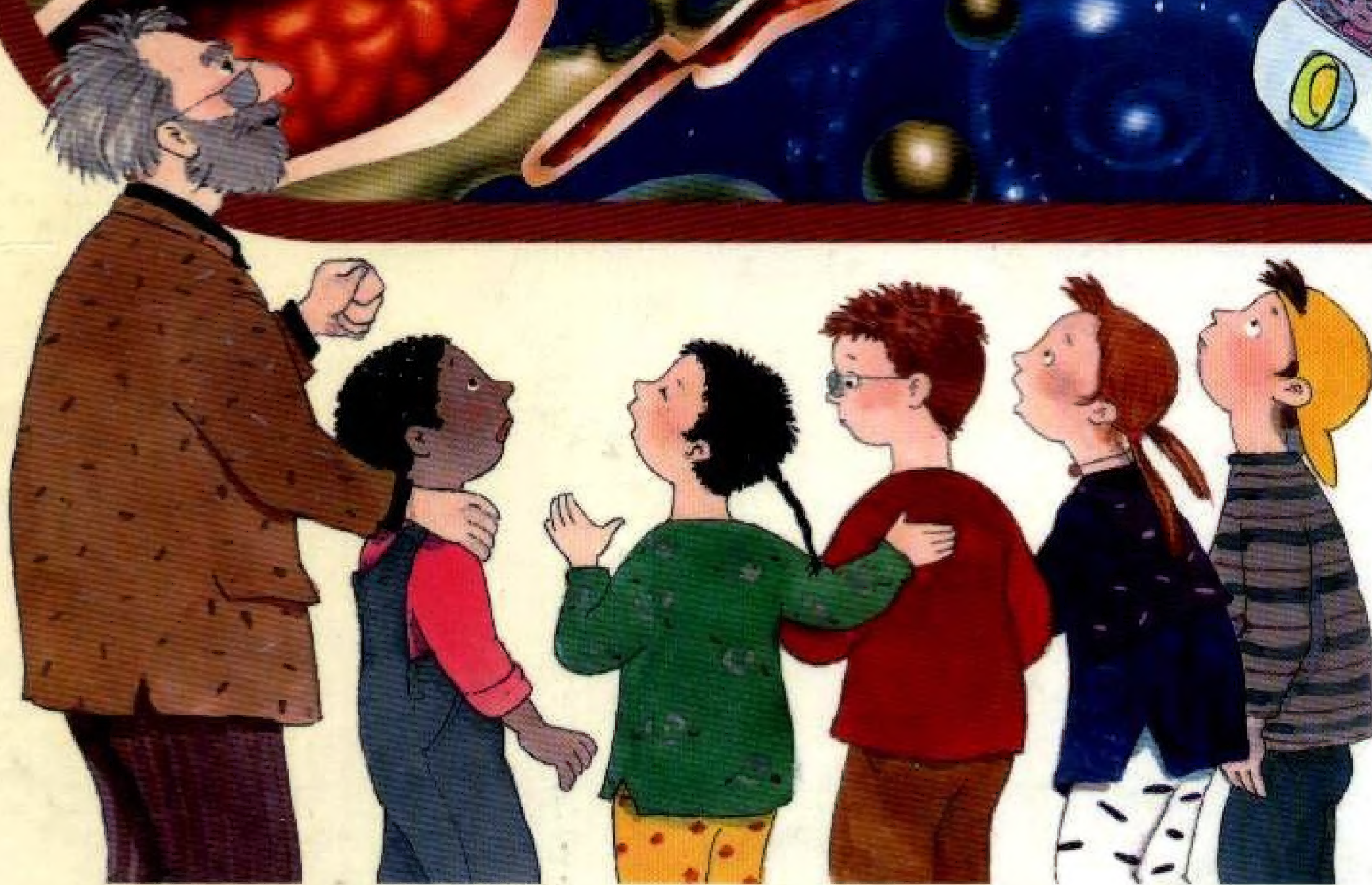
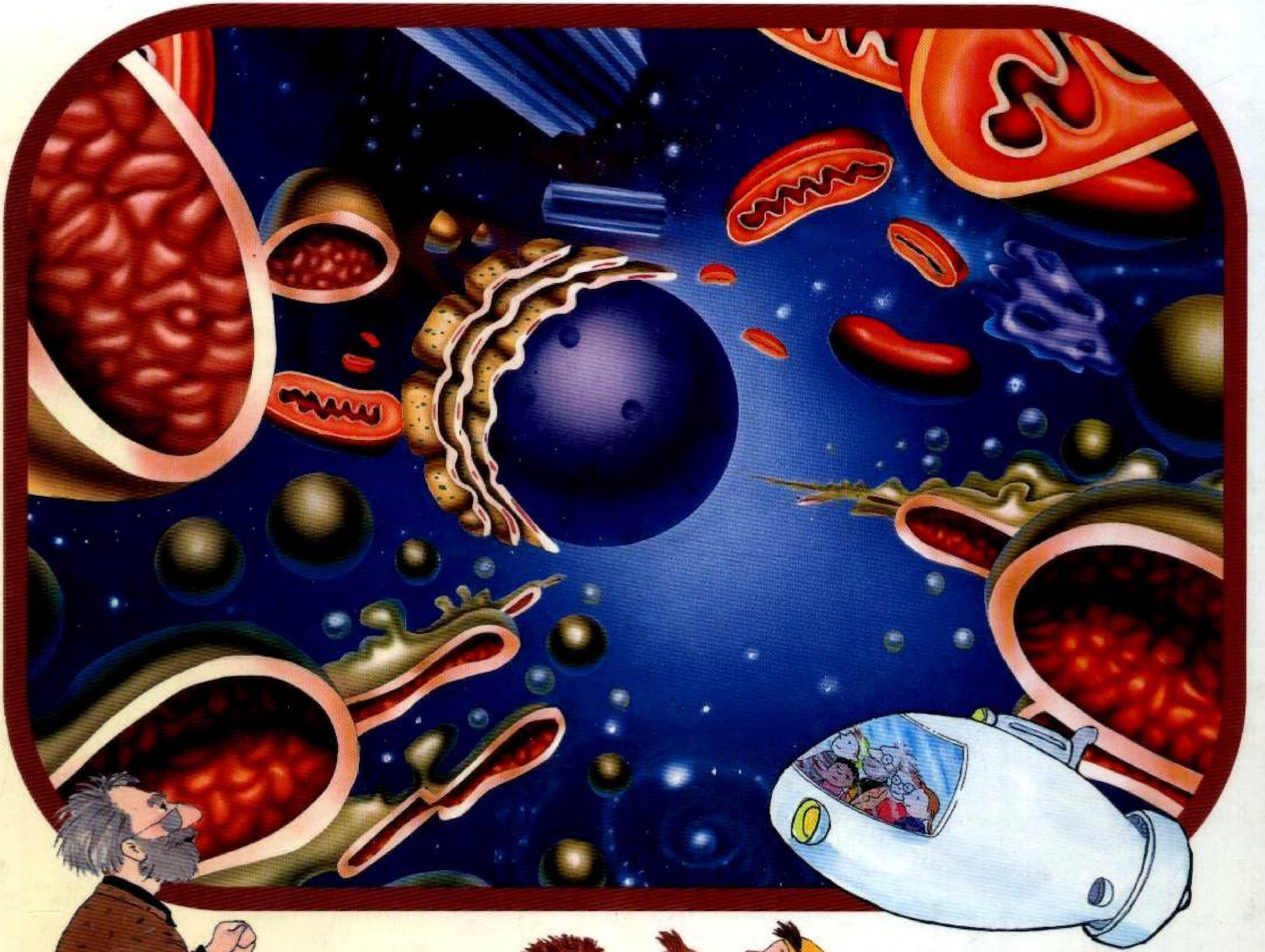


# عالم الخلية العجيب

المستكشفون الميكروسكوبيون



رحلة علمية  
استكشافية مذهلة  
داخل الخلية

تأليف: نوربرت لاندا وياتريك باورل  
ترجمة: د. زينب شحاتة

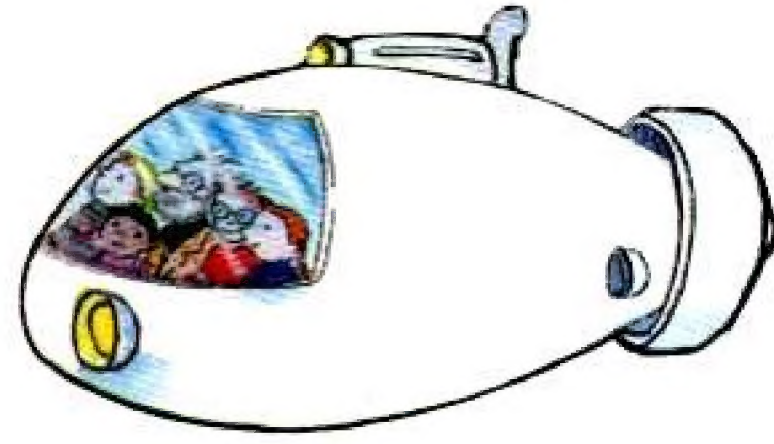
دار الشروق



# عالم الخلية العجيب

المستكشفون الميكروسكوبيون

رحلة علمية  
استكشافية مذهلة  
داخل الخلية



تأليف نوربرت لاندا وپاتريك باورل  
ترجمة د. زينب شحاتة

دار الشروق



# مرحباً بكم فى رحلتنا

أهلاً ومرحباً بكم جميعاً . يسعدنى أن أكون مرشدكم خلال هذه الرحلة . وكما ترون، فهذه هى كبسولة الانكماش التى ستقلنا للقيام معا بمهمة استكشافية إلى عالم غريب وعجيب. فكل بقعة من هذا العالم تنطق بالأسرار والمعجزات والروعة التى أودعها الله سبحانه وتعالى فى الكائنات الحية.

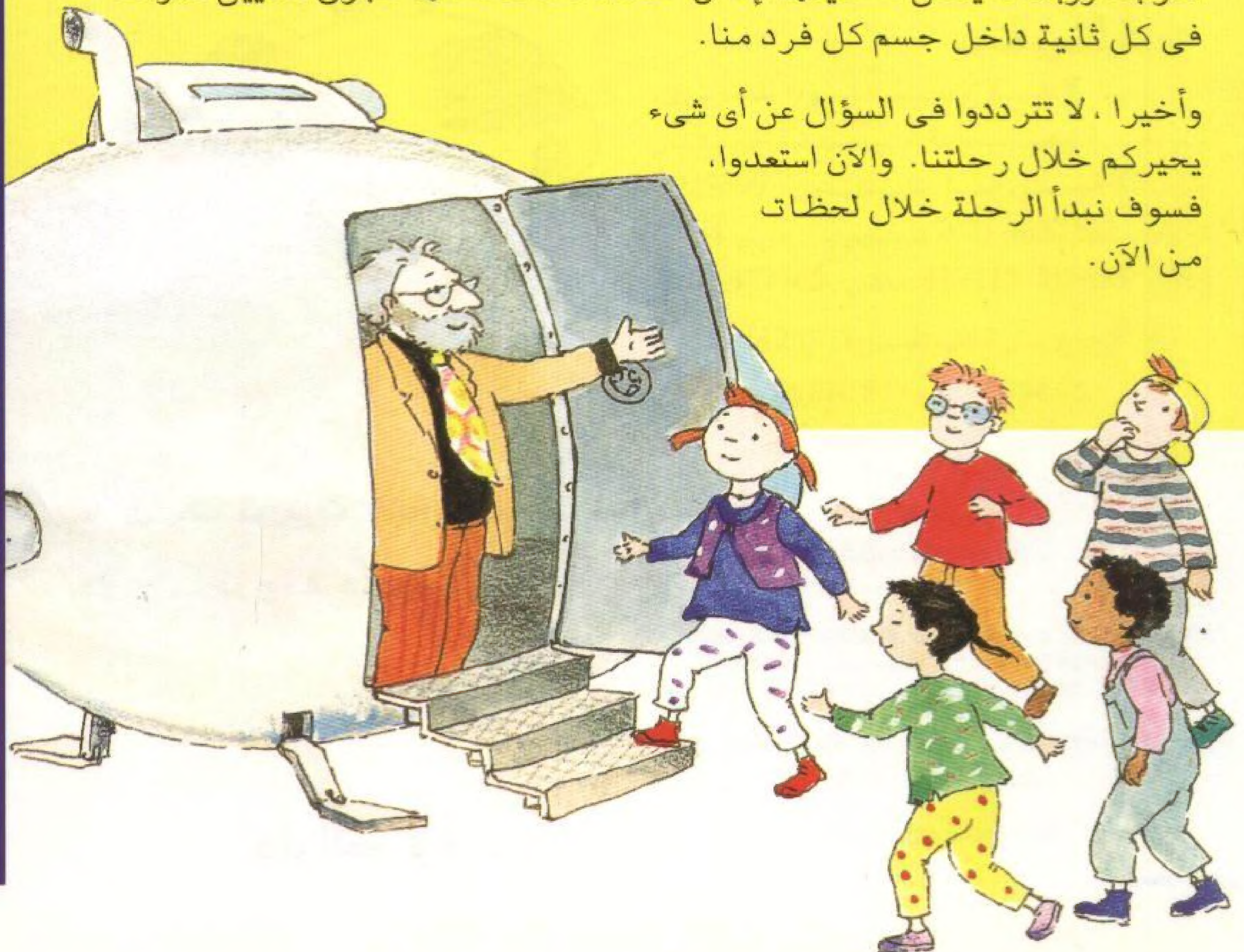
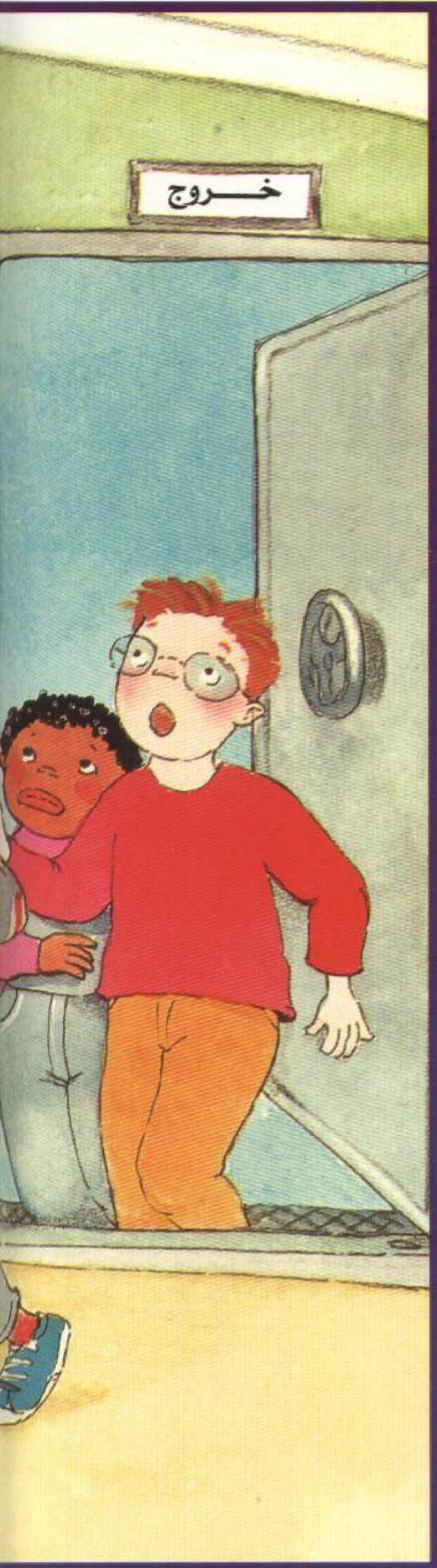
والآن، انتبهوا أيها الأصدقاء! فى خلال ثوانٍ سوف نبدأ عملية الانكماش. فهذه الكبسولة ستجعلنا ننكمش عدة آلاف - وربما مائة ألف - مرة إلى أحجام صغيرة جداً تؤهلنا لأن نسافر إلى أى بقعة داخل الجسم وبين خلاياه وحتى داخل الخلية الحية ذاتها. وبالطبع سوف نتوقف للتعرف على المناطق الغريبة التى ستسترعى انتباهنا. وأريدكم أن تعلموا أن كل ما سوف يقابلنا من أحداث هو حقيقة على الرغم من غرابتها. وهذه فرصتنا الوحيدة لمشاهدة تلك الأحداث لأننا لن نتمكن من ذلك أبداً فى عالم الواقع.

والهدف من رحلتنا هذه أن نعرف لماذا تختلف الكائنات الحية - مثل الأشجار والفيلة والبشر - فى الشكل والتكوين، وما الصفات التى تميز بين الأشياء الحية (مثلنا) والأشياء غير الحية (مثل الأحجار والآلات).

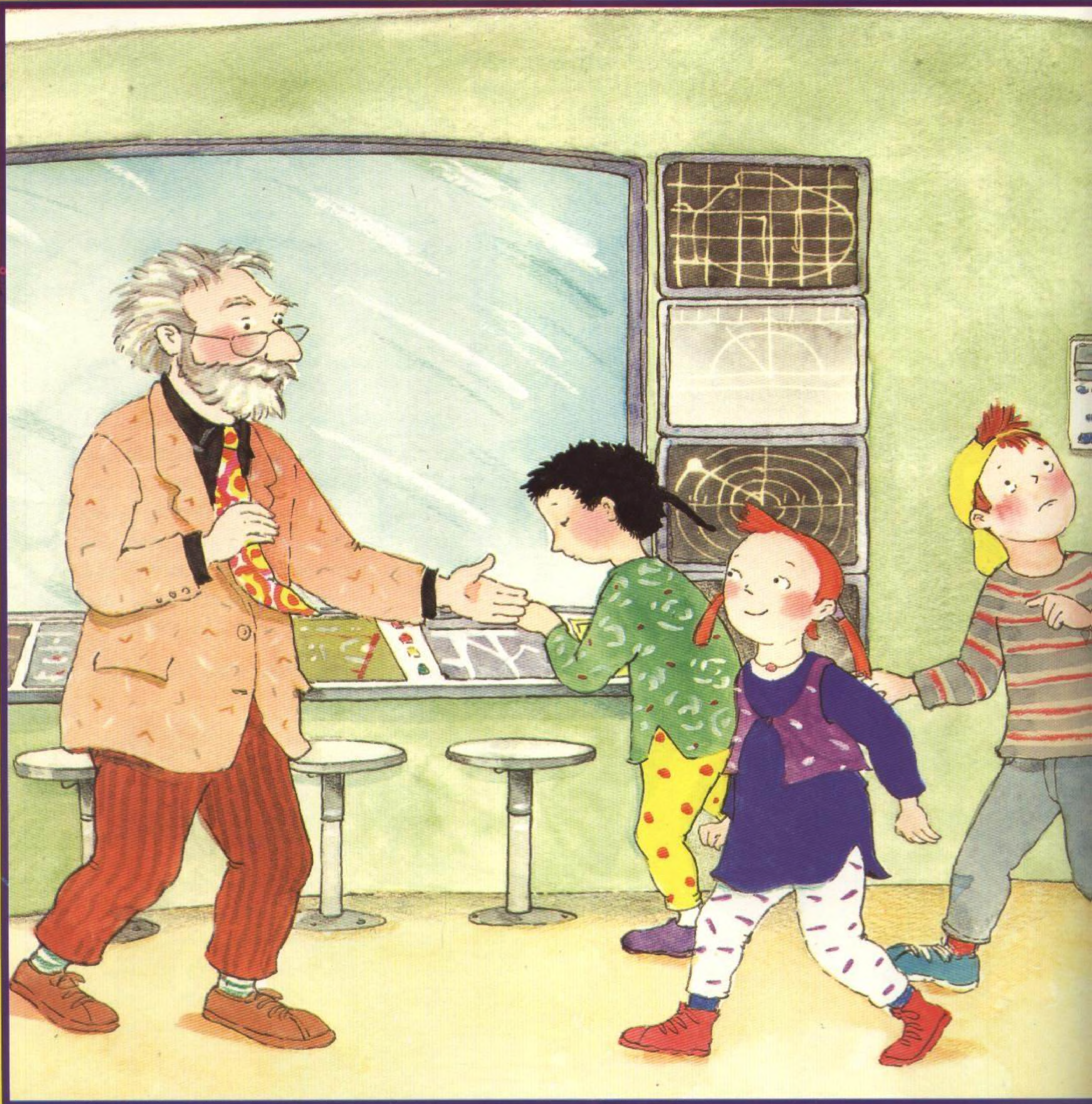
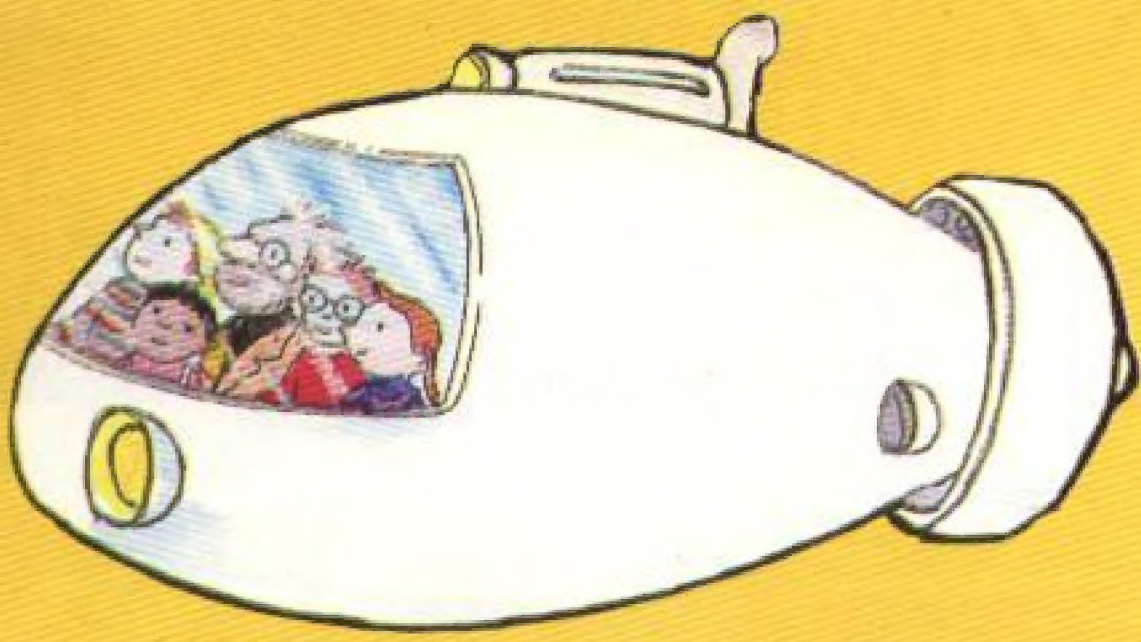
وسوف نتعلم خلال رحلتنا الكثير عن مكونات الخلية الحية، وعن الذى يجرى بداخلها. وبهذا سوف نعرف أشياء كثيرة عن الحياة : كيف ننمو ونجرى ونفكر، ولماذا نحتاج إلى الهواء والغذاء لنبقى على قيد الحياة.

ومع أن الكثير من الأحداث التى تجرى فى الخلية الحية سوف تبدو لنا فى منتهى الغرابة، وربما لا يمكن تصديقها، إلا أن هذه الأحداث نفسها تجرى ملايين المرات فى كل ثانية داخل جسم كل فرد منا.

وأخيراً، لا تترددوا فى السؤال عن أى شىء يحيركم خلال رحلتنا. والآن استعدوا، فسوف نبدأ الرحلة خلال لحظات من الآن.

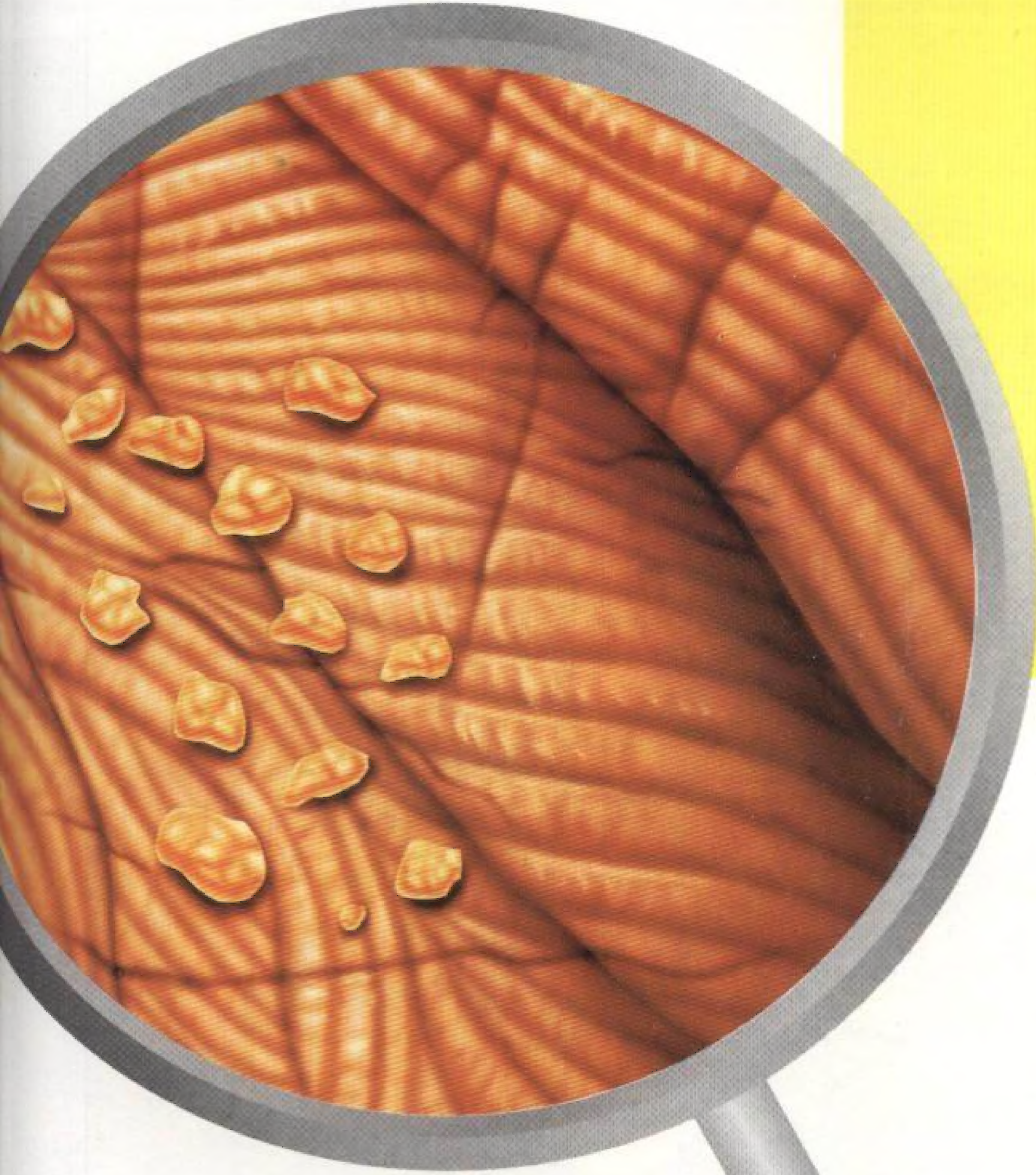








# هيا نةـوم بتجـ



الخلية الحية متناهية فى الصغر بحيث لا نستطيع أن نراها بالعين المجردة. وحتى إذا استخدمنا عدسة مكبرة لفحص أيدينا فإننا لن نرى سوى سطح جامد متين من خلايا الجلد والذي يتكون من خلايا ميتة. وعندما نفرك يدينا فإن آلاف من خلايا الجلد الميتة تلتصق بعضها ببعض مكونة كتلا غريبة صغيرة.





# رربة صغيرة

بالمواد الدهنية والعرق فقط. ولكن الحقيقة أن معظم هذه الحبيبات مكونة من الأجزاء الصغيرة التي تتكون منها أجسامنا، وهي ما نطلق عليها اسم «الخلايا».

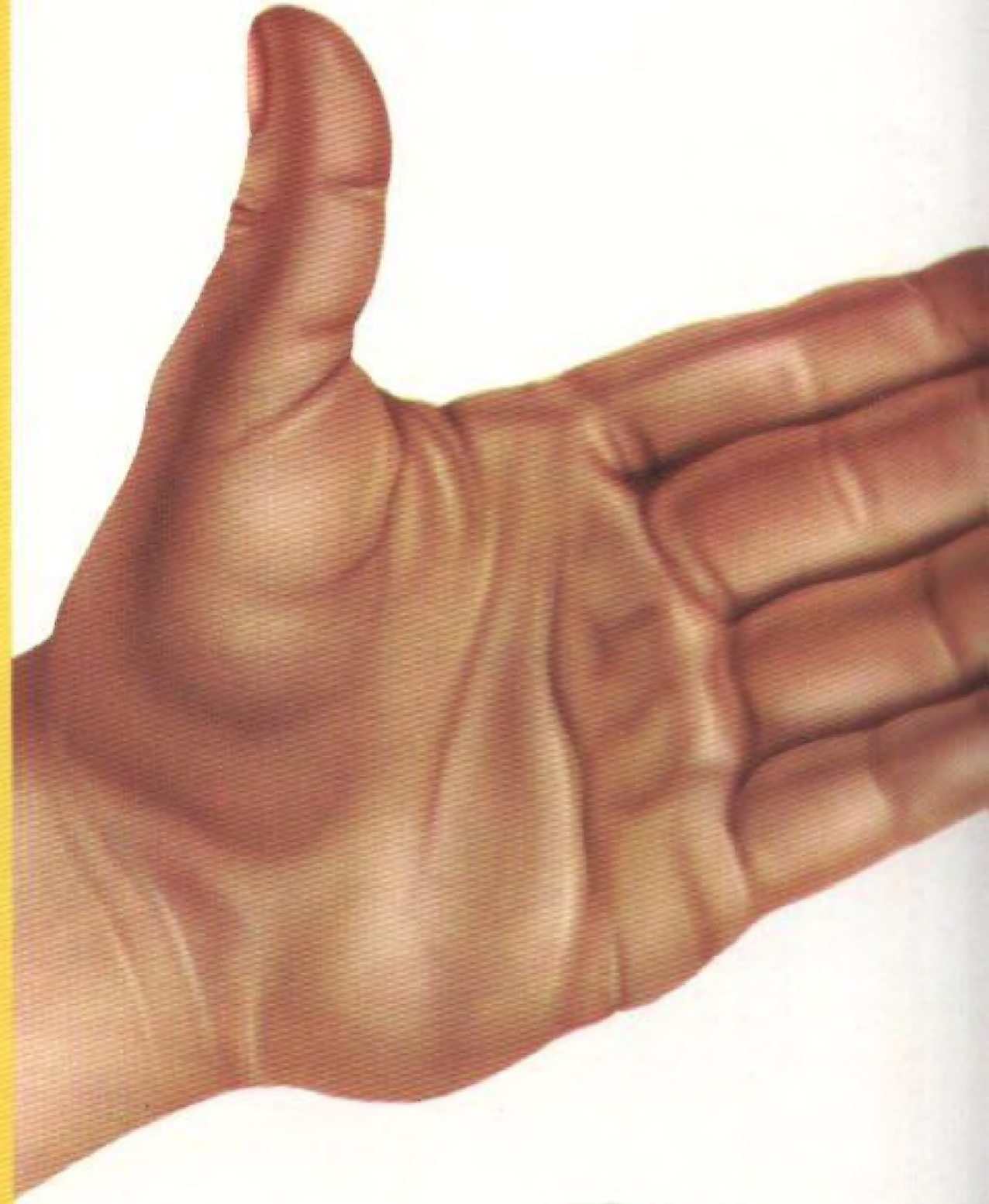
ودائما ما تنسلخ طبقة الجلد الخارجية الميتة ثم تحل محلها خلايا جديدة. وإذا نظرنا إلى خلايا الجلد في الإصبع مثلاً فلن نجد لها تعيش في عزلة، بل تعيش حولها خلايا أخرى تؤدي وظائف مختلفة. ويتكون جسم الإنسان من مئات الأنواع المختلفة من الخلايا الحية وكل نوع منها له شكله المميز الخاص به. كما أن كل نوع من الخلايا يقوم بوظائف ومهام خاصة به وحده، كما سنرى فيما بعد.

ويتكون جسم كل فرد منا من بلايين الخلايا الحية التي تعمل ليلاً ونهاراً حتى نظل على قيد الحياة. وتتصف الخلايا الحية بخواص تميزها عن الأشياء غير الحية. فالخلايا الحية تنمو وتتكاثر. كما أنها لا تعيش في عزلة، بل تتبادل الرسائل فيما بينها حيث تطلب خلية من أخرى أن تقوم بعمل شيء مهم، أو تطلب منها أن تتوقف عن القيام بعمل تراه ضاراً في ذلك الوقت. ولكي تستمر الحياة، فإنه لا بد من وجود طاقة تدفع عجلتها. ولهذا فالخلية الحية لها القدرة على توليد الطاقة، إذ تحصل على المواد الغذائية من البيئة المحيطة بها ثم تقوم بتحليلها وتستخدم جزءاً منها لاستخراج الطاقة وتحول جزءاً آخر إلى مواد تستخدمها في بناء الأجهزة التي تتكون منها. فكل خلية حية تسير وفقاً لخطة عمل تتفق تماماً مع خطط العمل التي تتبعها الخلايا الأخرى، وتتعاون معها بحيث يكون ثمرة هذا التعاون البديع تكوين كائن حي متكامل. إن هذا من إبداع الخالق سبحانه وتعالى في خلقه.

## أستاذنا الفاضل، هل تتكون الحيوانات والنباتات أيضاً من خلايا حية؟

نعم.. كلها تتكون من خلايا حية، بما في ذلك البكتيريا برغم أنها تتكون من خلية واحدة فقط. وتتشابه جميع أنواع الخلايا الموجودة في جميع أنواع الكائنات الحية إلى حد كبير وتعمل بطريقة تشبه خلايا جسم الإنسان تقريباً. ومع وجود هذا التشابه إلا أن هناك اختلافات بين الخلايا تؤدي إلى الاختلافات بين الكائنات الحية. فالكرب مثل كائن حي ولكن ليس له مخ. والإنسان كائن حي وله مخ يحتوي على عدد هائل من الخلايا العصبية التي تتعاون وتعمل بعضها مع بعض بطريقة غاية في التعقيد. وبفضل هذا المخ فإن البشر هم الكائنات الوحيدة - على كوكبنا الأرض - الذين يمكنهم التفكير والتساؤل والبحث عن إجابة أسئلة مثل هذا السؤال: «ما الذي يجعل الكائن المبدع كائناً حياً؟». ولهذا فلننتهز الفرصة دائماً لنفكر ونتساءل.

والآن لقد تمت مرحلة الانكماش الأولى بنجاح. فهيا نتجول.





# ماذا يحدث داخل الجلد؟

نحن الآن نقرب من سطح الجلد. هل ترون هذا القضيبي العملاق؟ هل تصدقون يا أصدقائي أن هذا القضيبي هو شعرة رقيقة على جلد الإصبع؟! هيا بنا نتخذ كمنفذ إلى داخل الجلد.

تعيش خلايا الجلد لفترة قصيرة لا تتجاوز الأسابيع الثلاثة. وخلال هذه الفترة فإنها تعمل بصفة مستمرة وبتفان على حماية الجسم. فهي تحمي من الأتربة والقاذورات والأشعة الضارة وأيضا من البكتيريا والميكروبات الأخرى التي تغزو أجسامنا وتسبب لنا الأمراض. ويختلف سمك الجلد من منطقة إلى أخرى في الجسم. ففوق عقب القدم تكون خلايا الجلد طبقات سميكة ذات حساسية ضعيفة. وفي أماكن أخرى من الجسم تكون طبقات الجلد رقيقة وأكثر حساسية.

## أستاذنا الفاضل ، لماذا تطير هذه الخلايا بعيدا عن سطح الجلد؟

الإجابة ببساطة أن هذه الخلايا قد أدت المهمة التي خلقت من أجلها ولم يعد هناك حاجة إليها. ففي كل ثانية نعيشها نفقد الآلاف من خلايا الجلد الميتة. وبانسلاخ الطبقة الميتة تحل محلها خلايا جديدة من الطبقات الداخلية للجلد. والواقع أن كل الخلايا الموجودة على الأسطح الخارجية من أجسامنا هي خلايا ميتة. وهي تشمل الطبقة الخارجية للجلد والشعر والأظافر وحتى سطح اللسان والعين.

وإذا نظرنا إلى طبقات الجلد السفلية فسوف نجدها تزرخ بالحياة. فنرى هنا خلايا ذات أنواع مختلفة. مثلا ، تتكاثر الخلايا الموجودة في جذور الشعر بصفة مستمرة لتنتج خلايا جديدة. وعندما تموت هذه الخلايا فإن بقاياها تتجمع بعضها مع بعض لتكوين الشعر الذي يتم دفعه للخارج.

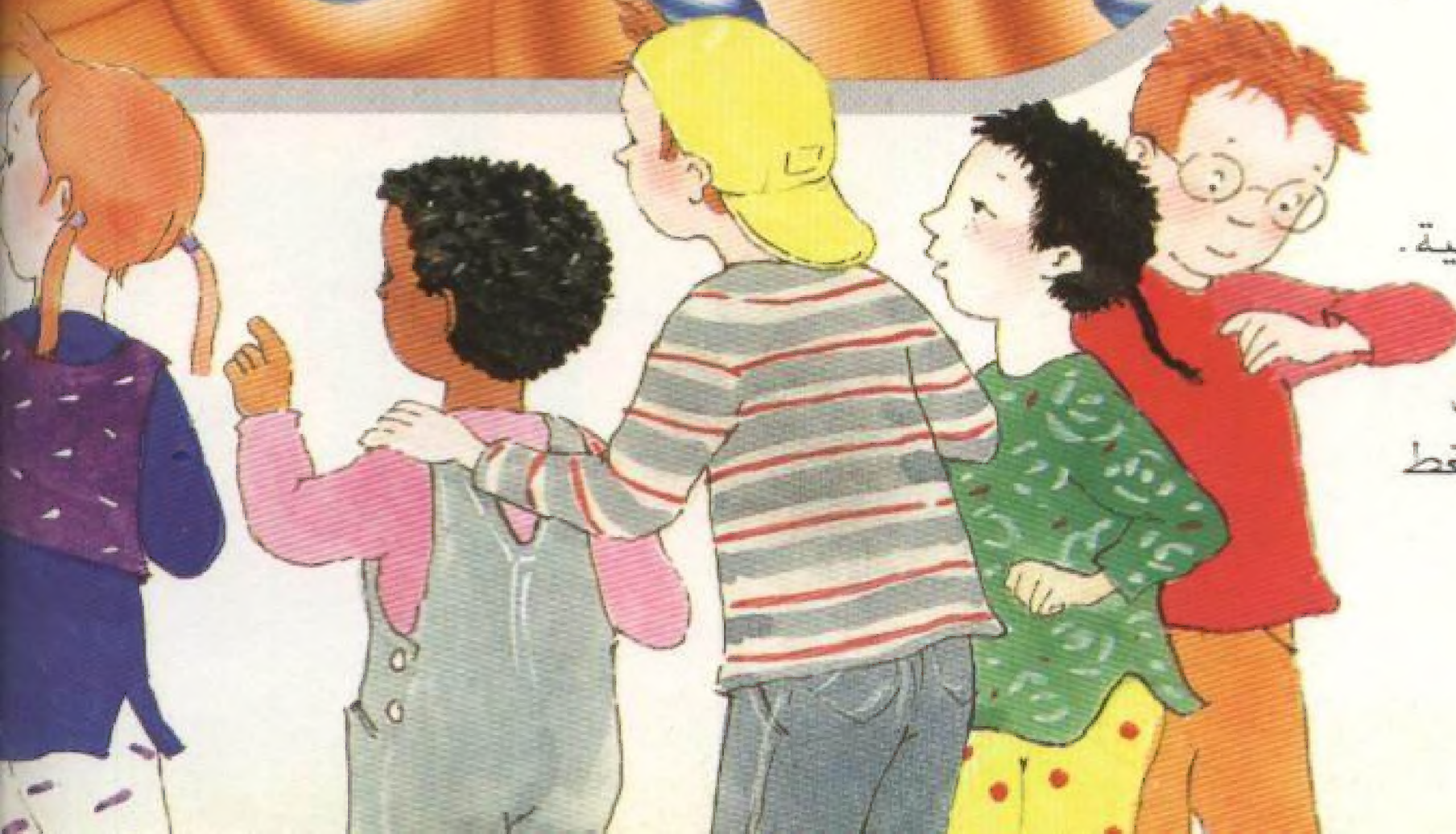
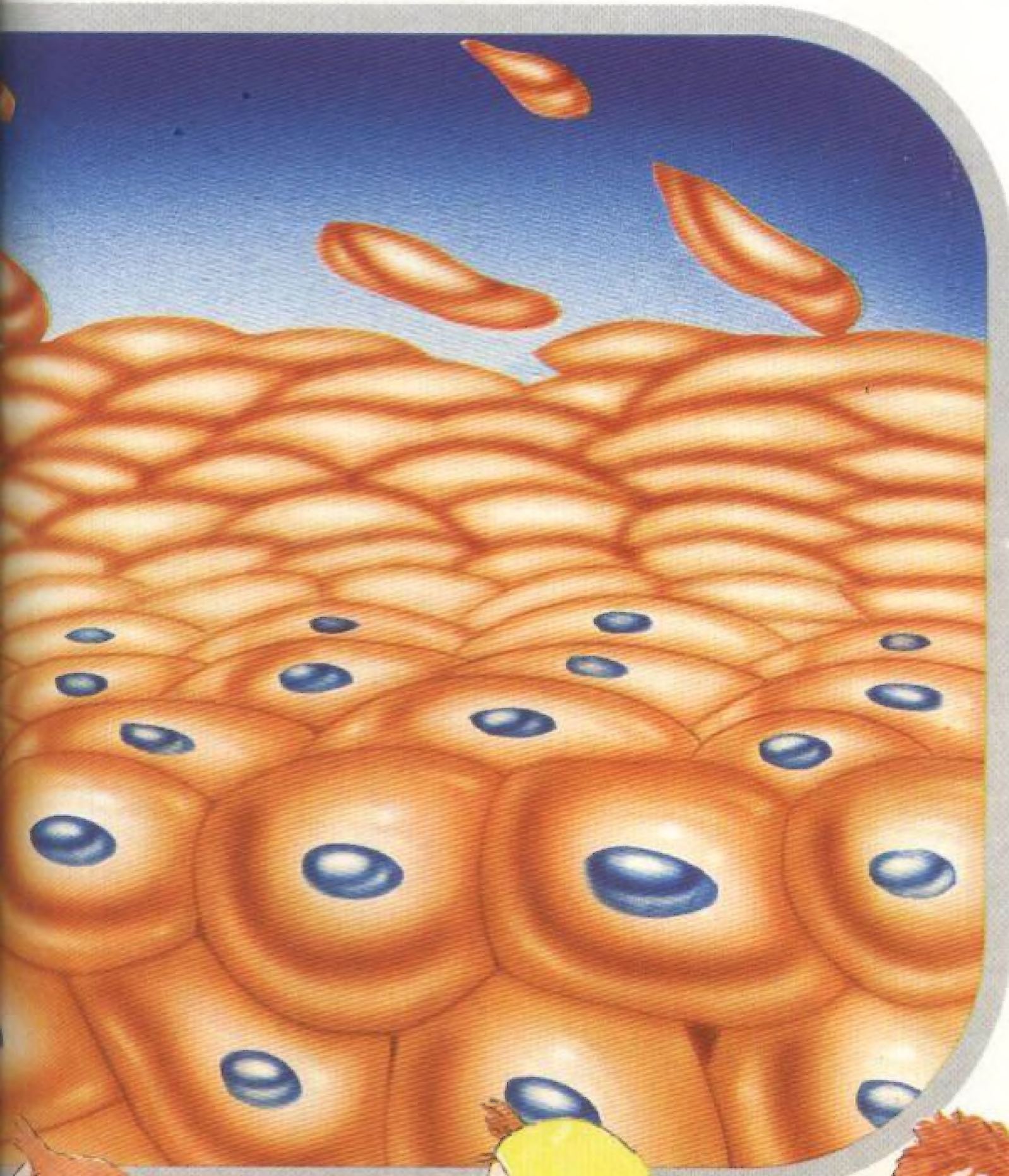
## ولماذا نشعر بالألم عند نزع الشعر؟

السبب في ذلك هو أن جذور الشعر متصلة بالخلايا العصبية. فعندما نجذب الشعر تسجل الخلايا العصبية هذا الحدث وترسله للمخ الذي يترجمه إلى إحساس بالألم. ولهذا فإن الخلايا العصبية هي التي تجعل الجلد حساسا لعوامل الضغط والحرارة والبرودة. وفضلا عن ذلك فإن الخلايا العصبية ترسل أوامرها إلى العضلات.

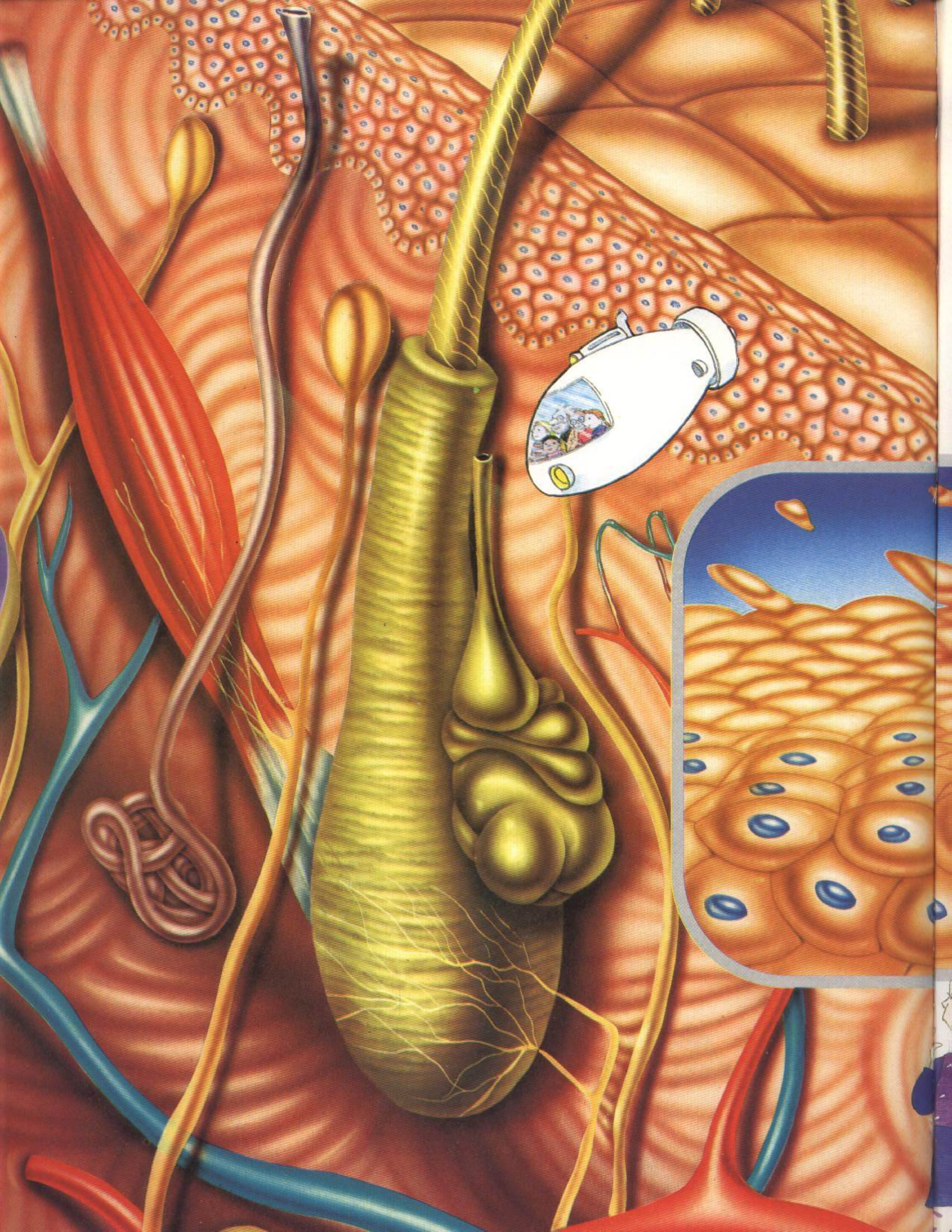
## وما هذه الحويصلة الموجودة في جذر الشعرة؟

هذه هي الغدة الدهنية. وهي تفرز نوعا من الدهون التي تجعل الشعر ناعما ومع الوقت تجعله دهنيا. أما هذه الأنبوبة المنحنية إلى أعلى فإنها واحدة من الغدد العرقية التي تفرز قطرات من الماء المالح على الجلد. وعندما تتبخر هذه القطرات من فوق السطح فإنها تساعد على برودة الجلد والإحساس بالانتعاش. أما هذه الأنبيب الحمراء فإنها الأوعية الدموية التي ينساب فيها الدم من وإلى أنحاء الجسم.

وتتكون جميع الأشياء التي نراها حولنا إما من تجمعات خلايا عديدة (مثل الأنسجة والأعضاء) وإما من خلية واحدة مثل الخلايا الحرة التي تسبح بمفردها في الدم.









# الخلايا الحية خبراء متخصصون

يتكون جسم الإنسان من مئات الأنواع من الخلايا المختلفة التي تعمل معا وتتعاون لتبقينا على قيد الحياة. وتتخذ خلايا الجسم أشكالا مختلفة كما تؤدي وظائف مختلفة. ولكي نرى هذه الخلايا بصورة أفضل فإننا نحتاج إلى أن ننكمش أكثر، هيا بنا. نحن الآن نسبح بين الخلايا ذاتها.

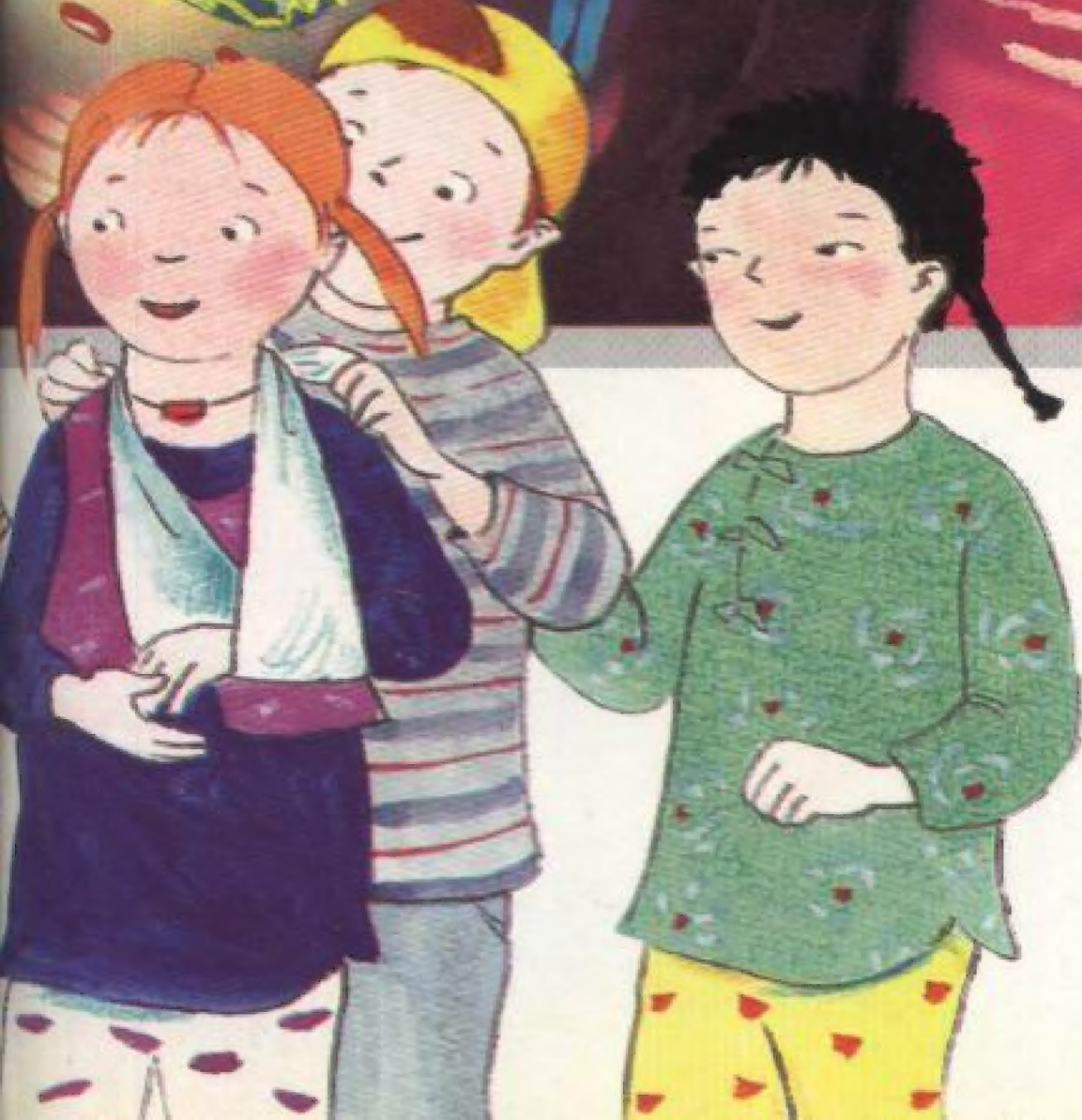
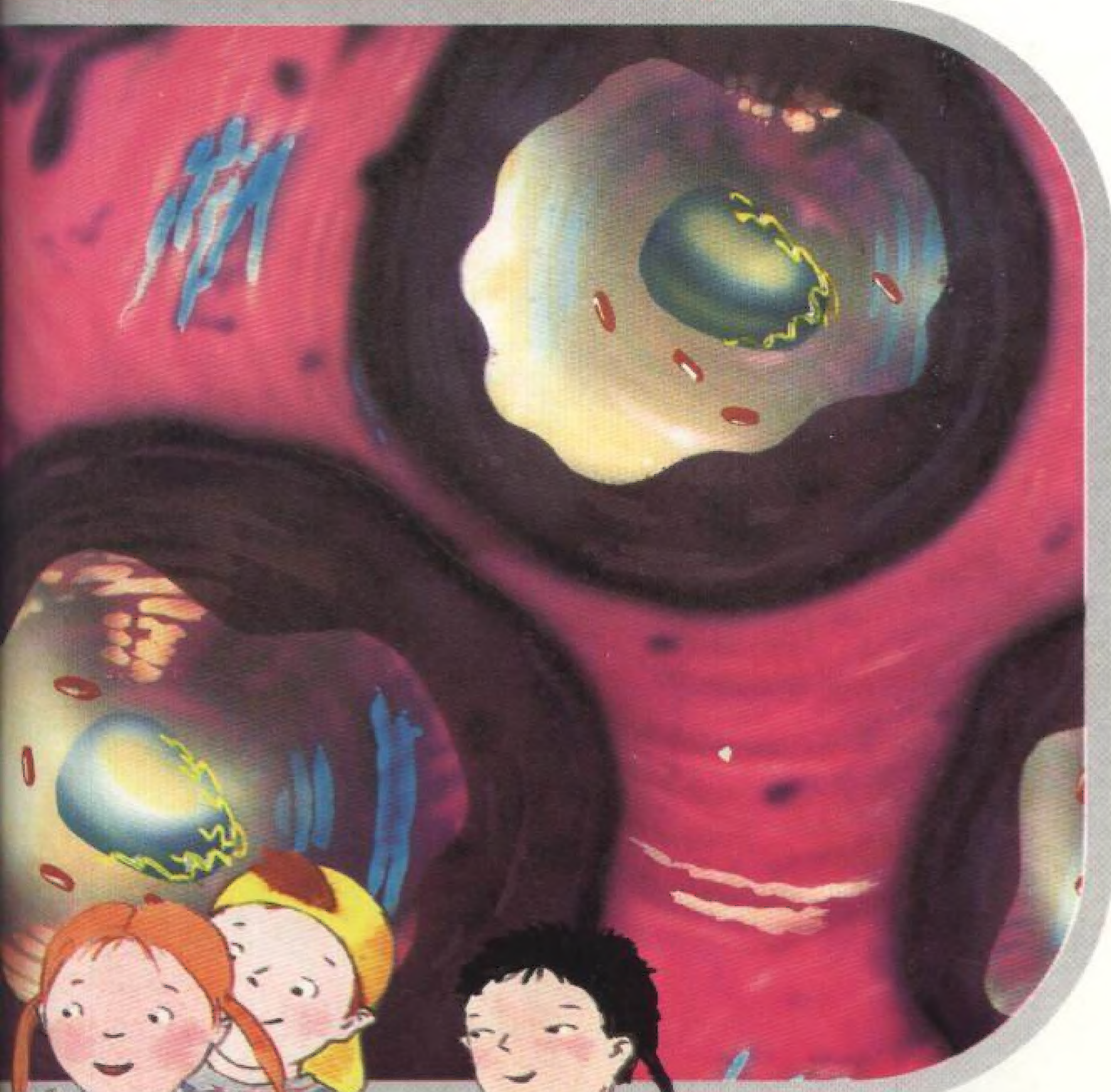
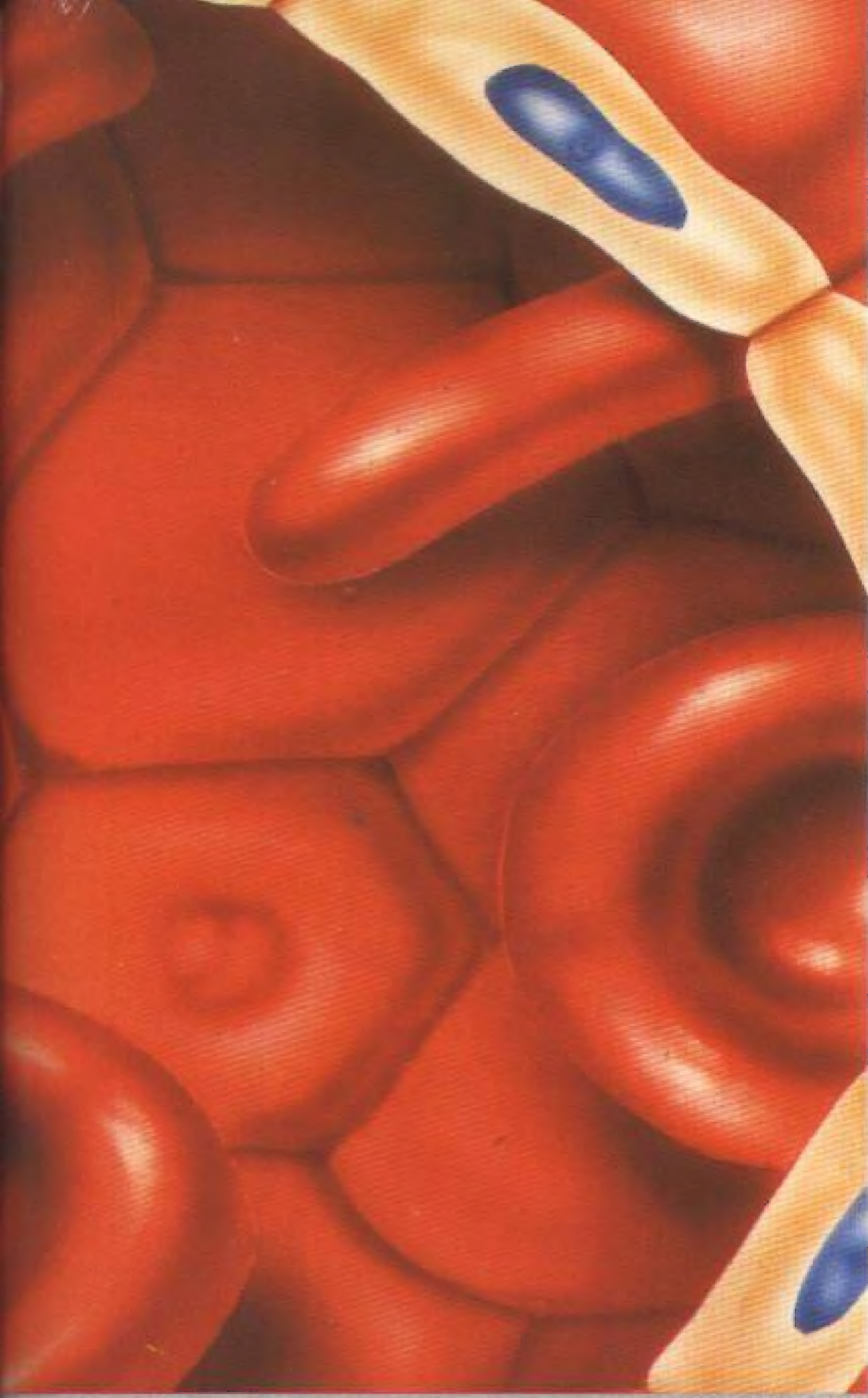
## أستاذنا ، هل تلتصق جميع الخلايا بعضها ببعض؟

تتلاصق معظم الخلايا بإحكام. وعلى سبيل المثال، فإننا نرى هنا الخلايا البطانية التي تكون جدران الأوعية الدموية وهي متلاصقة جيدا. وتوجد أنواع أخرى من الخلايا تسبح في الدم بصورة فردية. فهذه الخلايا التي تشبه القارب المطاطي هي خلايا الدم الحمراء والتي تتميز بأنها فقدت نوياتها. ومع ذلك فإن كل واحدة منها تعيش كخلية مستقلة. وتقوم هذه الخلايا بنقل الأكسجين إلى جميع أجزاء الجسم عن طريق الدم. كما تعيش خلايا الدم البيضاء بصورة فردية هي الأخرى، ولكنها تؤدي وظائف مختلفة تماما. فهذه الخلايا بمثابة عساكر الدورية التي تواجه الغزاة الغرباء مثل البكتيريا والفيروسات.

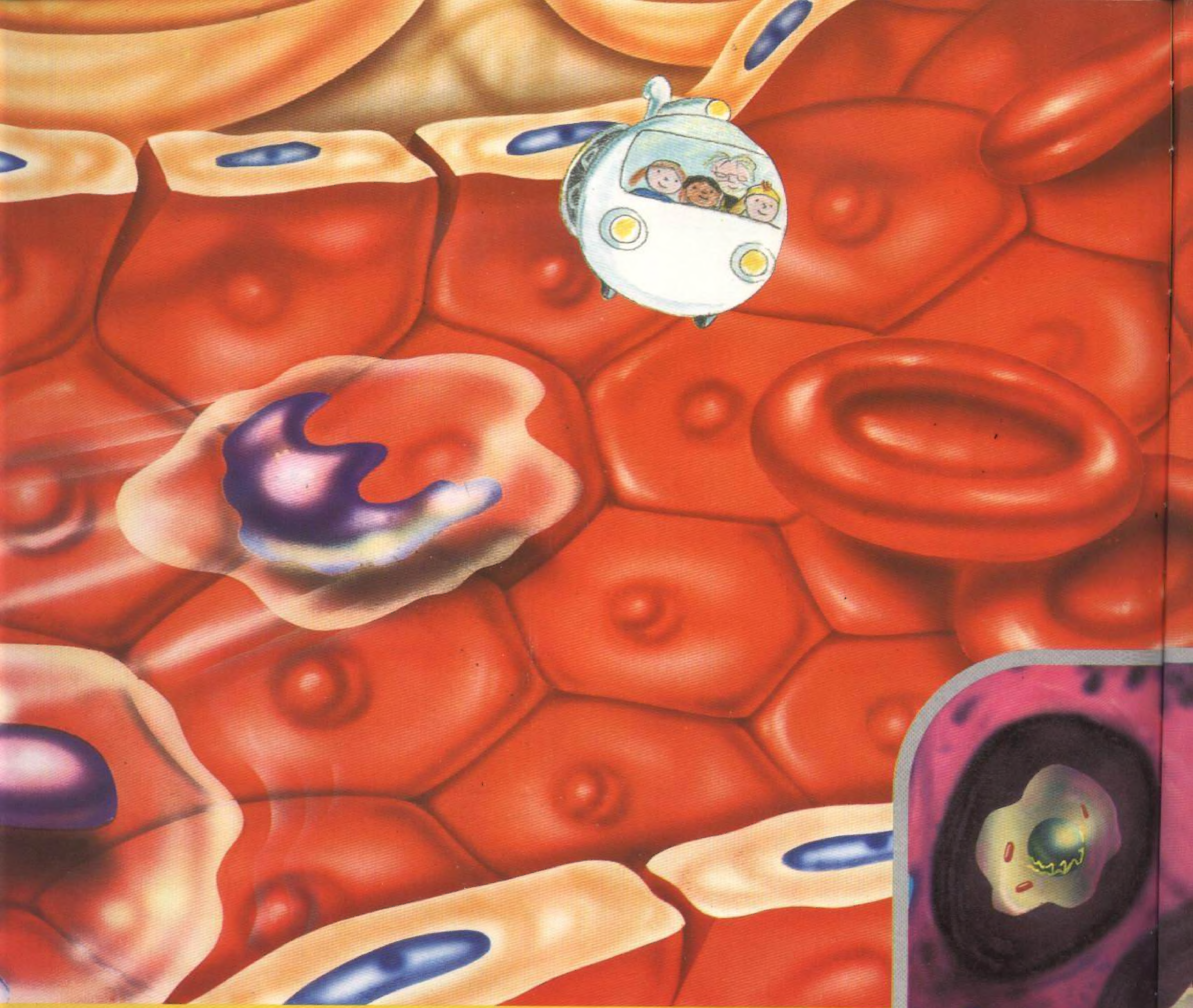
## ماذا يحدث للخلايا المستهلكة؟

إن مصير الخلية المستهلكة يتوقف على نوع الخلية. فمعظم الخلايا الحية تقوم بأنشطة متشابهة خلال فترة حياتها. وعندما تصبح الخلايا المستهلكة، تأتي خلايا أخرى تسمى الخلايا الآكلة لتلتهمها وتحللها. وبموت الخلايا المستهلكة تحل خلايا جديدة محلها.

وفي حالات أخرى يختلف مصير الخلايا المستهلكة بعد موتها. ومثلنا على ذلك الخلايا التي تكون جذور الشعر. فهذه الخلايا تكون حية في أول الأمر ثم تموت ولا يتبقى منها إلا بقايا تستخدم في تكوين الشعر. فما يتبقى من الخلايا الميتة هو بروتين يسمى الكيراتين Keratin وهو المادة المكونة للشعر.







### أستاذنا ، مم تتكون الأظافر؟

تتكون الأظافر من المادة نفسها المكونة للشعر وهي بروتين الكيراتين، ولكنه يتجمع في الأظافر بكثافة بحيث يصبح متصلبا. وتكون خلايا الجلد في الطبقات السفلية أكثر نشاطا وحيوية. ثم تتحرك بمرور الوقت إلى السطح الخارجى حيث لا يتبقى منها إلا شبكة من ألياف الكيراتين.

### وهل تعتبر خلايا العظم ميتة هي الأخرى؟

لا ، فمن المدهش أن خلايا العظم حية . وبعض هذه الخلايا يتخصص فى القيام بعمليات بناء وهدم مستمرة للمادة المكونة للعظم والتي تتكون من أملاح وبروتينات. ولهذا السبب فإنه فى حالة حدوث كسر فى عظام الإصبع نجد أنه يلتئم خلال أسابيع قليلة. أما الجزء الداخلى من العظام والذي نسميه بالنخاع فإنه المصنع الذى ينتج لنا خلايا الدم الحمراء والبيضاء.





# فريق عمل متماسك

من الممكن أن نعتبر الخلايا مثل الخبراء المتخصصين الذين لا يستغنى الواحد منهم عن الآخر. فخلايا الإصبع لا بد لها من أن تتعاون بعضها مع بعض مكونة فريقاً متماسكاً حتى تستطيع الإصبع أن تقوم بعملها. وتتبادل هذه الخلايا الرسائل والأخبار مع الخلايا الأخرى في الكائن الحي بطريقة لا إرادية لا نشعر بها إلا في بعض حالات تنشيط الخلايا العصبية.

## وكيف تبدو الخلية العصبية؟

تحتوي الخلية العصبية على أطراف طويلة تساعد على الاتصال بالخلايا العصبية الأخرى. وتتكون الأعصاب من حزمة من الخلايا العصبية التي تتخذ أطوالاً غير عادية في بعض الأحيان. فالخلايا العصبية التي تمتد من الحبل الشوكي إلى إبهام القدم يمكن أن يصل طولها إلى حوالي المتر!! سبحان الخالق البديع!

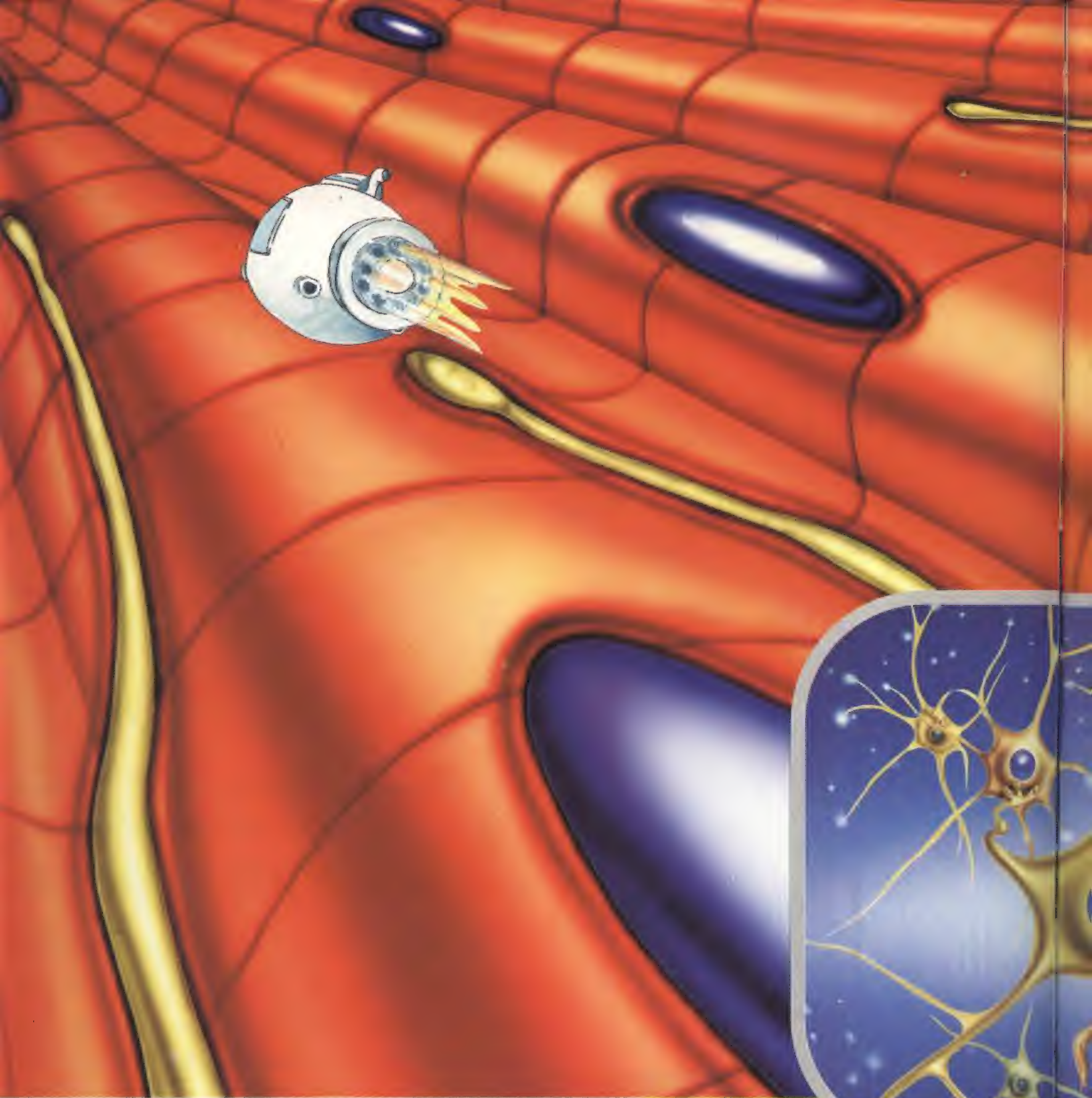
## لماذا نحس بالأعصاب دون غيرها؟

لقد صممت الخلايا العصبية بطريقة بديعة تؤهلها لنقل الرسائل. وتتميز هذه الخلايا بقدرتها على الاتصال بكل بقعة في الجسم تقريباً. كما أنها تجعلنا نشعر بالألم عندما تُشك الإصبع مثلاً، حيث تقوم الخلايا العصبية بنقل هذا الخبر إلى المخ الذي يترجمه فوراً إلى الإحساس بالألم. ويكون الألم هنا بمثابة إنذار لنا حتى نبعد الإصبع عن مكان الخطر. أما المخ فإنه يتكون من بلايين الخلايا العصبية التي تتعاون بعضها مع بعض في عمليات استقبال وإرسال الرسائل من وإلى جميع أنحاء الجسم. وبفضل هذه العمليات فإننا نستطيع أن نرى ونفكر ونشم ونتذوق وأن نأتي بأفكار جديدة وأن تكون لدينا المشاعر. والحقيقة أن قدرتنا على الحديث عن الخلايا العصبية الآن تنبع من وجود عدد كبير منها في أجسامنا.

وتمدنا الخلايا العصبية بالنموذج البديع لتعاون الخلايا المختلفة بعضها مع بعض. فحزم الخلايا العصبية لا تستطيع أن تفعل شيئاً دون اتصالها بالخلايا العصبية. فالعضلات تقوم بعملها بناءً على الأوامر التي تصلها من الخلايا العصبية. وترسل الخلايا العصبية أوامر بطريقة لا إرادية إلى بعض العناوين في الجسم مثل الأوامر التي ترسلها إلى عضلة القلب لتستمر في دقاتها. كما ترسل الخلايا العصبية أوامر بطريقة إرادية مثل ما يحدث عندما تريد أن تحرك إصبعك. فعندئذ يرسل مركز الأعصاب في المخ رسالة إلى عضلة الإصبع تطلب منها أن تنقبض حتى تتحرك.







وإذا لم تستطع الخلايا العصبية أن تقوم بعملها على أكمل وجه بسبب إصابتها بالالتهاب أو بقطع فيها فإن العضلات لا تستطيع أن تتحرك أو تنشئ. وهذا هو السبب في أن الساق المشلولة لا تستطيع أن تتحرك، حيث لا تصل إلى العضلات أي أوامر للحركة نتيجة لإصابة أعصابها.

يحتوى المخ على البلايين من الخلايا العصبية المتصلة بعضها ببعض، والتي نرى بعضها أمامنا الآن. ونرى هنا اتصال الخلايا العصبية بألياف الخلايا العضلية في الإصبع.



# هل تمارس الخلايا السحر؟

تتكون جميع الكائنات الحية - من بشر وفيلة وأشجار وفطريات وبكتيريا - من خلايا حية وأشياء ناتجة عن الخلايا. وأمامكم هنا بعض أشكال الخلايا الحية لتقارنوا بينها .

خلايا الجلد

وتشارك جميع الخلايا في صفات كثيرة على الرغم من الاختلافات بينها. فجميع الخلايا لها القدرة على إنتاج خلايا جديدة، كما أن لها القدرة على الحركة والتعرف بعضها على بعض والالتصاق بعضها ببعض. ولو لزم الأمر فإن الخلايا تستطيع أن تحارب بعضها بعضا. وتتفاهم الخلايا الحية بعضها مع بعض عن طريق رسائل تنتقل من خلية إلى أخرى. وبفضل هذه القدرات ، تستطيع الخلايا الحية أن تتعاون في بناء كائنات معقدة التركيب مثل الإنسان والفيل والشجرة. والآن نأتى إلى السؤال المهم : لماذا تستطيع الخلايا الحية أن تقوم بكل هذه الأشياء؟ وما الذى يمنع الأشياء غير الحية (الجماد) مثل الأحجار وحببات الرمل أن تسلك مسلكا مثل الخلايا الحية؟ وما سر الحياة الذى أودعه الخالق سبحانه وتعالى في الأشياء الحية؟

## هل هناك شيء سحري يتعلق بالخلايا الحية؟

بالطبع لا. فالخلايا الحية تتكون من المواد نفسها التى تتكون منها الأشياء غير الحية، وهى الكرات المتناهية فى الصغر والتى نسميها بالذرات. وهناك أنواع كثيرة من الذرات ، فمنها ذرات المواد الصلبة مثل الكربون والكبريت والفسفور، ومنها ذرات المواد الغازية مثل الأكسجين والهيدروجين والنيتروجين. وهناك أنواع أخرى كثيرة مثل ذرات المعادن.

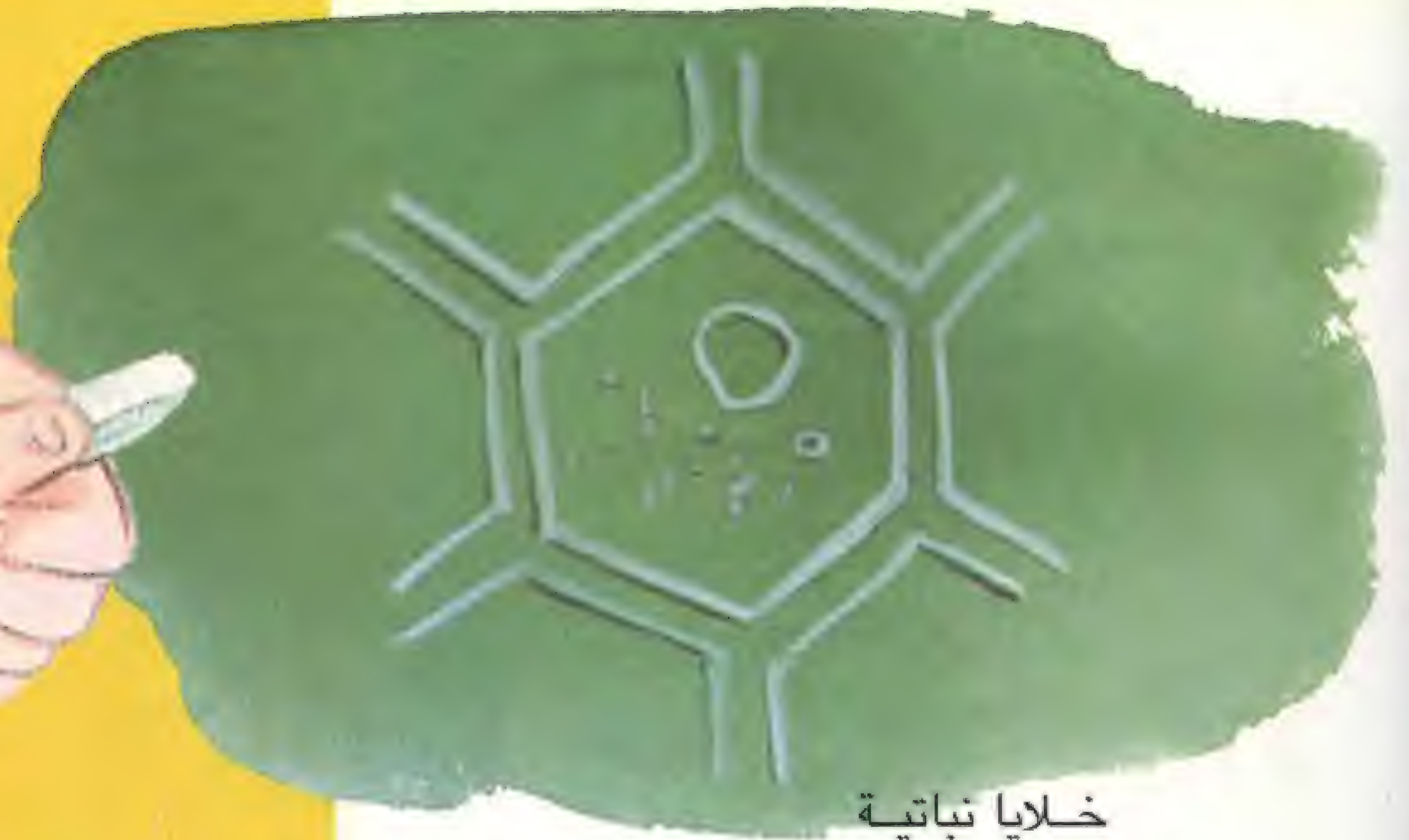
تتميز الأشياء غير الحية بأن ذراتها مرتبة بعضها إلى جوار بعض بطريقة بسيطة بلا أى تفرعات أو تعقيدات. ولهذا فإن الحجر هو مجرد حجر لا يستطيع أن يتحرك من تلقاء نفسه ولا أن يتكاثر أو ينمو أو حتى يتعرف على أحجار أخرى مثله. ولكن الأمر يختلف تماما مع الأشياء الحية. فالمواد الحية تتكون من أنواع الذرات نفسها ولكنها مرتبة بحيث تعطى جزيئات متفرعة ومعقدة فى التركيب. فمثلا ، ترتبط ذرات الكربون والكبريت والأكسجين والهيدروجين والنيتروجين بعضها ببعض ارتباطا قويا لتكوين جزيئات أكبر وأكثر تعقيدا مثل السكريات والدهون والأحماض الأمينية.

خلايا العضلات

خلايا العظم

الخلايا العصبية





خلايا نباتية

ومع أن هذه الجزيئات تسمى جزيئات الحياة، إلا أنها لا تنبض بالحياة. ولكن بعد تكوين هذه الجزيئات في الخلية الحية فإنها تتفاعل بعضها مع بعض ثم تتجمع لتكون جزيئات أكبر وأكثر تعقيدا مثل البروتينات والحمض النووي دنا (DNA) وكذلك الأغشية. وعندئذ فقط نستطيع أن نقول إن الذرات والجزيئات تعمل معا بطريقة فيها لمسات من الحياة. فلقد استودع الله سبحانه وتعالى أسراراً وقدرات عظيمة في بعض المواد البسيطة تجعلها قادرة على الارتباط بعضها ببعض لتكون جزيئات ذات تركيبات معقدة لازمة لبناء الخلية والكائن الحي.

### ولماذا تتكون البروتينات؟ ألا نحصل عليها من الطعام الذي نتناوله؟

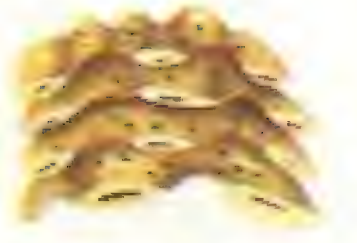
بالطبع نتناول بروتينات من مصادر نباتية وحيوانية في غذائنا اليومي، ولكنها تختلف عن البروتينات التي يحتاج إليها جسم الإنسان. ونتيجة لهضم تلك البروتينات فإنها تتحلل إلى وحدات بنائها الصغيرة التي تسمى بالأحماض الأمينية؛ فتحصل خلايا أجسامنا على هذه الأحماض الأمينية وتستعملها من جديد في بناء البروتينات الخاصة بنا. وتعتبر البروتينات من أهم الجزيئات التي تقوم عليها حياة الخلية. وتعمل بعض أنواع البروتينات كأحجار البناء التي تكون الخلايا الحية. كما يعمل البعض الآخر كأدوات تساعد الخلايا الحية في القيام بأنشطتها العديدة والمختلفة. والآن تذكروا يا أصدقائي: إن الخلايا الحية تنتج البروتينات التي تتفاعل بعضها مع بعض لتبنى خلايا جديدة، ثم تتجمع الخلايا الحية المتعددة بعضها مع بعض وتتفاعل وتتفاهم لبناء الكائن الحي.



البكتريا



# الخلية فى عمل دعوب



الشبكة  
الإندوبلازمية



الميتوكوندريا



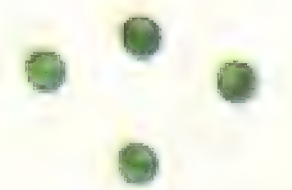
جهاز جولجى



النواة



هيكـل الخلية



الريبوسومات



الليسوسومات



الجسم المركزى

إن الحياة ليست أمرا بسيطا حتى للخلية الحية. فاستمرار الحياة يتطلب وجود مصانع ومحطات توليد للطاقة وطرق مواصلات ومستودعات للتخزين، وأهم من ذلك كله أن تكون هناك خطة صحيحة للبناء. وسوف نتعرف هنا على خطة البناء الموجودة فى إحدى خلايا جذور الشعر. وينطبق هذا المثال على أى خلية أخرى، لأن معظم الخلايا تتكون من الأجزاء والتركيبات نفسها.

تحاط كل خلية بغشاء رقيق جدا يحميها من العالم الخارجى. ويتكون الغشاء من طبقة دهنية رقيقة تتخللها أنواع مختلفة من البروتينات التى تختلف فى وظائفها. فبعض هذه البروتينات تستقبل وترسل رسائل من وإلى الخلايا الأخرى، والبعض الآخر يساعد على تلاصق الخلايا، كما أن بعضها يتحكم فى دخول المواد إلى الخلية الحية.

وإذا نظرنا داخل الخلية فسوف نرى أجزاء متناهية فى الصغر تسبح فيها، ويحاط كل واحد منها بغشاء خاص به. وتتحرك هذه الأجزاء الصغيرة فى مادة تشبه سائلا جيلاتينيا يسمى السيتوبلازم. ويتحدد شكل الخلية بواسطة مجموعة ألياف بروتينية مرنة تسمى هيكـل الخلية.

أما جهاز الميتوكوندريا فإنه محطة توليد الطاقة فى الخلية. وتتخصص أجهزة الـليسوسومات فى تحليل وهضم الفضلات ثم تخزينها لحين التخلص منها.

وتمثل الريبوسومات مصانع صغيرة لإنتاج بروتينات جديدة. وتسبح بعض الريبوسومات حرة فى السيتوبلازم ويوجد البعض الآخر مرتبطا بجهاز يسمى الشبكة الإندوبلازمية التى تعتبر المصنع الخاص بإنتاج البروتينات التى يحتاج الغشاء إليها أو اللازمة للاستخدام خارج الخلية.

وتعتبر الحبيبات المركزية هى المسئولة عن تنظيم هيكـل الخلية فى حالة انقسامها وميلاد خليتين جديدتين.

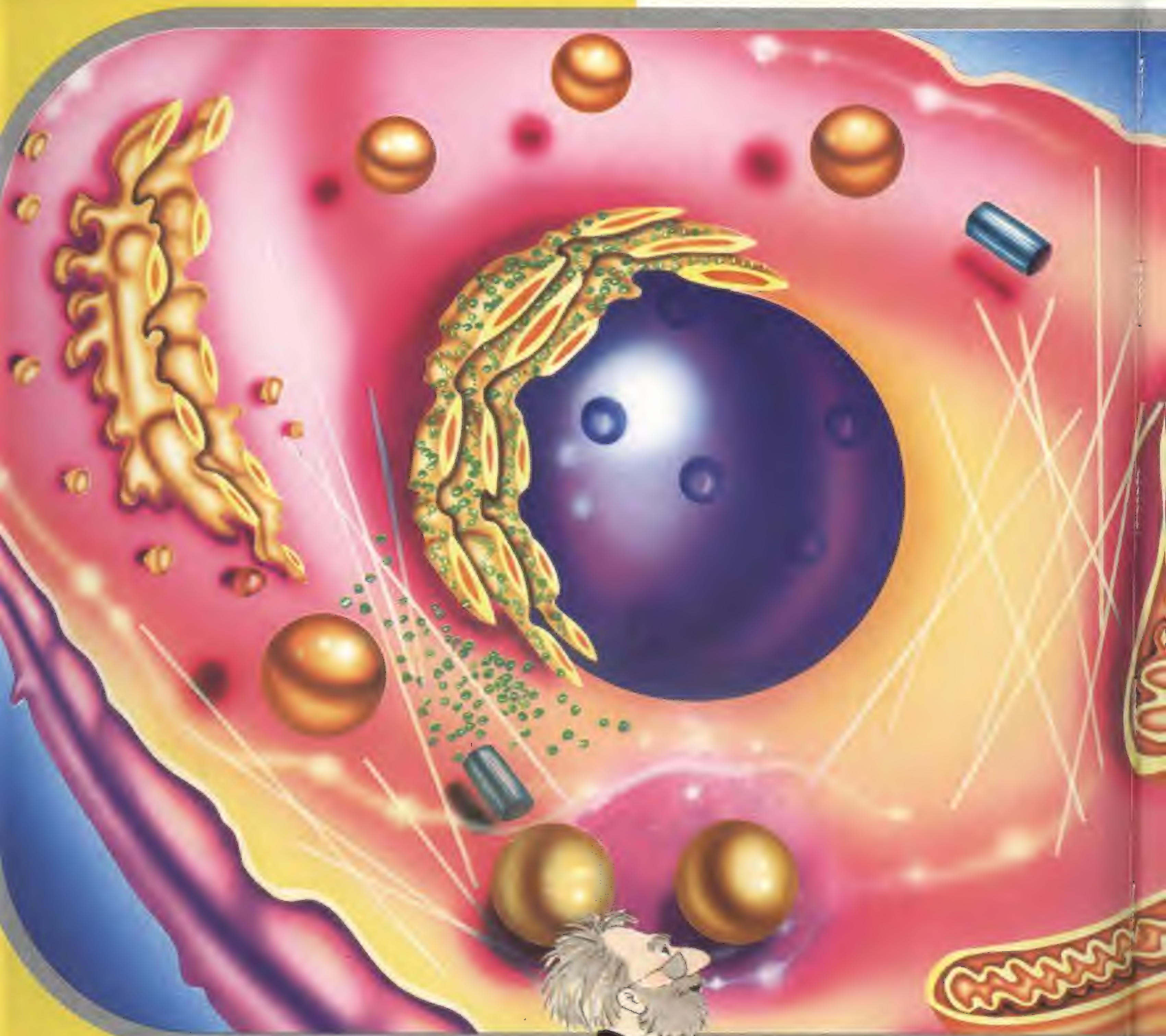
ويقوم جهاز جولجى بإضافة جزيئات السكر إلى البروتينات الجديدة ثم يعبئها ويرسلها إلى حيث تستقر بصفة دائمة.

والنواة هى تلك الكرة الكبيرة التى نراها فى منتصف الخلية، وتحتوى على جميع خطط البناء الخاصة بإنتاج بروتينات جديدة. كما يتم فى النواة عمل نسخة من تلك الخطط وإرسالها إلى الريبوسومات لقراءتها وتنفيذ ما جاء بها. وتوجد فى النواة أجهزة على شكل كرات أصغر تسمى النويات وهى الموقع الذى يتم فيه تجميع وتكوين الأجزاء المختلفة المكونة للريبوسومات.

وكما نرى أمامنا، تحتوى الخلية على أجهزة كثيرة ذات أشكال ووظائف مختلفة تتعاون بعضها مع بعض فى كل ثانية من أجل حياة الخلية. وتعتمد هذه الصورة الحية التى نراها على العديد من البروتينات المتخصصة الصغيرة جدا فى أبعادها بحيث إننا لا نستطيع أن نراها الآن حتى بعد انكماشنا لأحجام متناهية فى الصغر.







هل تبدو هذه الأمور معقدة بعض الشيء يا أصدقائي؟ ربما تكون كذلك في نظرنا ، ولكن الأمر ليس كذلك بالنسبة للخلية. فكل ما تحتاج إليه الخلية هو معرفة أي نوع من البروتينات مفروض عليها أن تنتجه. وبعد إنتاج البروتينات المطلوبة فإنها تتفاعل بعضها مع بعض بطرق مختلفة لبناء الخلية الحية وبحيث تؤدي وظيفتها على أحسن وجه من أجل سلامة الكائن الحي.

ويحتوي جسم الإنسان على حوالي 100 ألف نوع من البروتينات العاملة. ويوجد في كل نوع من الخلايا الحية وصفة خاصة بإنتاج البروتينات التي تحتاج إليها. ونطلق على هذه الوصفة الخاصة بتصنيع البروتين اسم «الجين».



# تخطيط محكم

ها قد وصلنا إلى داخل الخلية الحية . لقد انكمشنا كثيرا جدا إلى درجة أنه من الممكن أن نضع 100 ألف كبسولة انكماش مثل التي نستقلها فوق رأس الدبوس . أما هذه الكرة الزرقاء التي مررنا بها فإنها نواة الخلية . وهي الموقع الذي تخزن فيه جميع الجينات الوراثية على شريط طويل جدا مكون من سلسلتين ملتفتين بطريقة لولبية . ويسمى هذا الشريط الدنا (DNA) وهي اختصار لعبارة (deoxyribonucleic acid) والتي تعنى بالعربية الحامض النووي المزدوج . وفي جسم الإنسان يوجد الدنا على هيئة ٤٦ قطعة نسميها معا بالكروموسومات . ويعتبر شريط الدنا مثل الموسوعة الضخمة التي تحتوى على جميع المعلومات الوراثية التي تحدد كل صفة في الكائن الحي ، وللتبسيط سوف نطلق على مجموع الدنا في الخلية اسم الشريط الوراثي .

وعندما يفك شريط الدنا نجده مكونا من سلسلتين تلتفان بعضهما حول بعض بطريقة حلزونية وترتبطان بعضهما ببعض بواسطة درجات وكأنها سلم حلزوني . ونطلق على هذا الشكل اسم اللولب الحلزوني المزدوج . وتتكون درجات سلم الدنا من ترتيبات مختلفة من وحدات تسمى النيوكليوتيدات ، وهي توجد في أربعة أنواع مختلفة نطلق عليها أسماء أدنين و ثيمين وجوانين وسيتوزين ، ونشير إليها بالحروف الأولى من أسمائها أ (A) ، ث (T) ، ج (G) ، س (C) . كما نشير إلى النيوكليوتيدات بألوان مختلفة كما هو موضح أمامنا . فتتكون كل درجة في سلم الدنا من زوجين من النيوكليوتيدات مترابطة بعضها ببعض بطريقة خاصة ومحددة . فوحدة أ (لونها أحمر) تتربط فقط بوحدة ث (لونها أزرق) ووحدة س (لونها أصفر) تتربط فقط بوحدة ج (لونها أخضر) . ومن الممكن اعتبار هذه الوحدات الأربع مثل حروف اللغة التي تكتب بها المعلومات الوراثية في الشريط الوراثي .

## أستاذنا، ما الوظيفة التي تؤديها الجينات؟

هي التي تضمن سلامة تصنيع البروتينات المطلوب إنتاجها من الخلية . وذلك بتحديد كيفية ترتيب الأحماض الأمينية (وحدات بناء البروتينات) بعضها مع بعض لتبنى جزيء البروتين . وبهذا يحدد الجين شكل ووظيفة البروتين . ويحتوى الجين المسئول عن إنتاج بروتين الكيراتين مثلا على عدة آلاف من كلمات ذات شفرات معينة . ويتم نسخ المعلومات على الجين في صورة شريط فردي يسمى بـ «الرنا الرسول» RNA messenger الذي ينقل المعلومات الموجودة على الجين إلى السيتوبلازم حيث تتم عملية صنع البروتينات . كما أن ترتيب وعدد الكلمات الشفرية في جين الكيراتين هما اللذان يجعلان هذا الجين مختلفا عن أي جين آخر .



### وماذا عن شريط الرنا الرسول؟

يقوم الرنا الرسول بنقل صورة من المعلومات الوراثية في جين الكيراتين - على سبيل المثال - من النواة إلى أجهزة الريبوسومات. ويوجد ٢٠ نوعا مختلفا من الأحماض الأمينية التي هي وحدات بناء البروتينات. وتحتوى المعلومات الوراثية في الجين على كلمات شفرية حيث نجد هناك كلمات محددة تناظر كل حمض أميني (وتسمى هذه بالشفرة الوراثية). وتسبح هذه الأحماض الأمينية في السيتوبلازم بجوار الريبوسومات. وعند وصول صورة المعلومات الوراثية (الشريط الرسول) للريبوسومات تقوم على الفور بقراءة كلماتها وربط الأحماض الأمينية الواحد تلو الآخر على حسب ترتيب الكلمات المحدد على شريط الرنا الرسول. وينتج عن ذلك تكوين سلسلة من الأحماض الأمينية التي تلتف بعضها على بعض لتكوين جزيء البروتين.



# كيف تقوم الجينات بتصنيع البروتينات

الجينات هي وصفات مفصلة تحدد ترتيب الأحماض الأمينية بعضها مع بعض لبناء البروتين. وتخزن هذه الوصفات على الشريط الوراثي الدنا مثلما تخزن الموسيقى على شرائط الكاسيت. ولكن شريط الكاسيت يحتاج إلى جهاز كاسيت لتشغيله حتى تخرج لنا الموسيقى المسجلة ونسمعها. كذلك تحتاج الجينات إلى أدوات لاستخراج المعلومات المخزنة فيها، وتقوم الخلية مع أجهزة الريبوسومات بهذا العمل المهم.

تحتوي جميع الخلايا الحية في جسم الإنسان على نفس النوع والكمية من الشريط الوراثي الذي يخزن حوالي 100 ألف جين. لذا فإن كل خلية في الجسم تستطيع أن تنتج 100 ألف نوع من البروتينات المختلفة، ولكنها لا تفعل ذلك بالطبع. وتشارك جميع الخلايا الحية في الجسم في إنتاج بضعة آلاف نوع من البروتينات التي نسميها بالبروتينات الشائعة لأنها توجد في كل الخلايا لتؤدي وظائف أساسية لحياة أي خلية. وبالإضافة إلى البروتينات الشائعة يقوم كل نوع من الخلايا بتصنيع أنواع من البروتينات الخاصة بها تسمى البروتينات المتخصصة. فخلايا الكبد تحتاج لبروتينات معينة خاصة بها تختلف عن البروتينات التي تحتاج إليها خلايا الجلد، وكذلك تحتاج خلايا الجلد إلى بروتينات تختلف عن البروتينات التي تحتاج إليها خلايا الدم. وتجد أن عدد الجينات العاملة (النشطة) في كل خلية يساوي عدد أنواع البروتينات التي تنتجها هذه الخلية. فالبروتينات إذن هي الأدوات التي تجعل الخلية تقوم بمهامها الخاصة والعامة.

## وكيف يتم تشغيل وتنشيط الجينات؟

يتم تنشيط الجينات وتشغيلها بواسطة بروتينات متخصصة تقف على الشريط الوراثي في موقع معين بجوار الجين وتفك سلاسل الدنا، ثم تستخدم إحدى سلاسل سلم الدنا كقالب لصنع سلسلة من الرنا. بحيث تقوم بعمل نسخة مطابقة من الجين. ونطلق على هذه النسخة اسم الرنا الرسول، ولتبسيط تسميتها الشريط الرسول. وبمجرد الانتهاء من إنتاج الشريط الرسول تترابط سلاسل الشريط الوراثي بعضها ببعض ويغلق الشريط من جديد. وجدير بالذكر أن وحدات البناء التي تستخدم في صنع الشريط الرسول هي وحدات تشبه إلى حد كبير وحدات الشريط الوراثي. ثم يخرج الشريط الرسول بعد ذلك من النواة إلى السيتوبلازم ليقوم بعمله. وبهذا فإن عملية تنشيط الجين هي ببساطة عمل

نسخة منه

يحتوي شريط الدنا على أزواج من النيوكليوتيدات المرتبة بعضها إلى جوار بعض لتكوين الجين. تنفصل سلسلتا الدنا بعضهما عن بعض بحيث تصبح النيوكليوتيدات على كل سلسلة مكشوفة وغير مرتبطة، ثم يتم إحضار نيوكليوتيدات الرنا، التي ترتبط بعضها ببعض لتكون سلسلة مكاملة ومقابلة لسلسلة الدنا. ويختلف الرنا عن الدنا، في احتوائه على نيوكليوتيد اليوراسيل (البنفسجي) بدلا من الثيمين (الأزرق). وتسمى سلسلة الرنا هذه الرنا الرسول، وهي صورة من الجين تتجه إلى الريبوسومات حيث يصنع البروتين.

وينظر كل ترتيب من ثلاثة نيوكليوتيدات كلمة شفرية (الشفرة الوراثية)، وتحدد كل كلمة شفرية حمضا أمينيا معينا من الأحماض الأمينية العشرين التي تتكون منها البروتينات. وبناء على هذا فإن ترتيب كلمات النيوكليوتيدات هو الذي يحدد كيفية ترتيب الأحماض الأمينية على هيئة سلسلة. وبمجرد أن يتم ترتيب الأحماض الأمينية بالطريقة المطلوبة فإن السلسلة تلتف حول نفسها لتكون الشكل النهائي للبروتين.







### وما الذى يحدث لنسخة الجين (الشريط الرسول)؟

يتجه الشريط الرسول إلى أجهزة الريبوسومات ويرتبط بها . فهذه الأجهزة هي المصانع التى تقوم بإنتاج البروتينات عن طريق قراءة المعلومات على الشريط الرسول، ثم ترجمتها لى تستخدم فى عملية صنع سلسلة من الأحماض الأمينية. وبهذا تقوم الريبوسومات بقراءة الكلمات على الشريط الرسول ثم تترجمها لمعرفة نوع الحامض الأميني المناظر لكل كلمة، ثم يتم ربط جميع الأحماض الأمينية المطلوبة على هيئة سلسلة بروتينية. وبمجرد تكوين سلسلة البروتين فإنها تلتف حول نفسها لتكون شكلا كرويا أو شريطيا.

وتستخدم معظم البروتينات التى تنتجها خلية ما فى عمليات البناء وفى القيام بوظائف خاصة بالخلية نفسها، وبمساعدة البروتينات تقوم كل خلية بتصنيع مكوناتها بنفسها، وتؤدي أنواع أخرى من البروتينات مهامها فى مواقع مختلفة مثل غشاء الخلية أو فى أحد الأجهزة أو حتى خارج الخلية فى حالة تصدير بروتينات لتقوم بوظائفها فى الدم.



بتيدات

البروتين

الأحماض الأمينية

البروتين

الأحماض الأمينية

البروتين

الأحماض الأمينية

البروتين

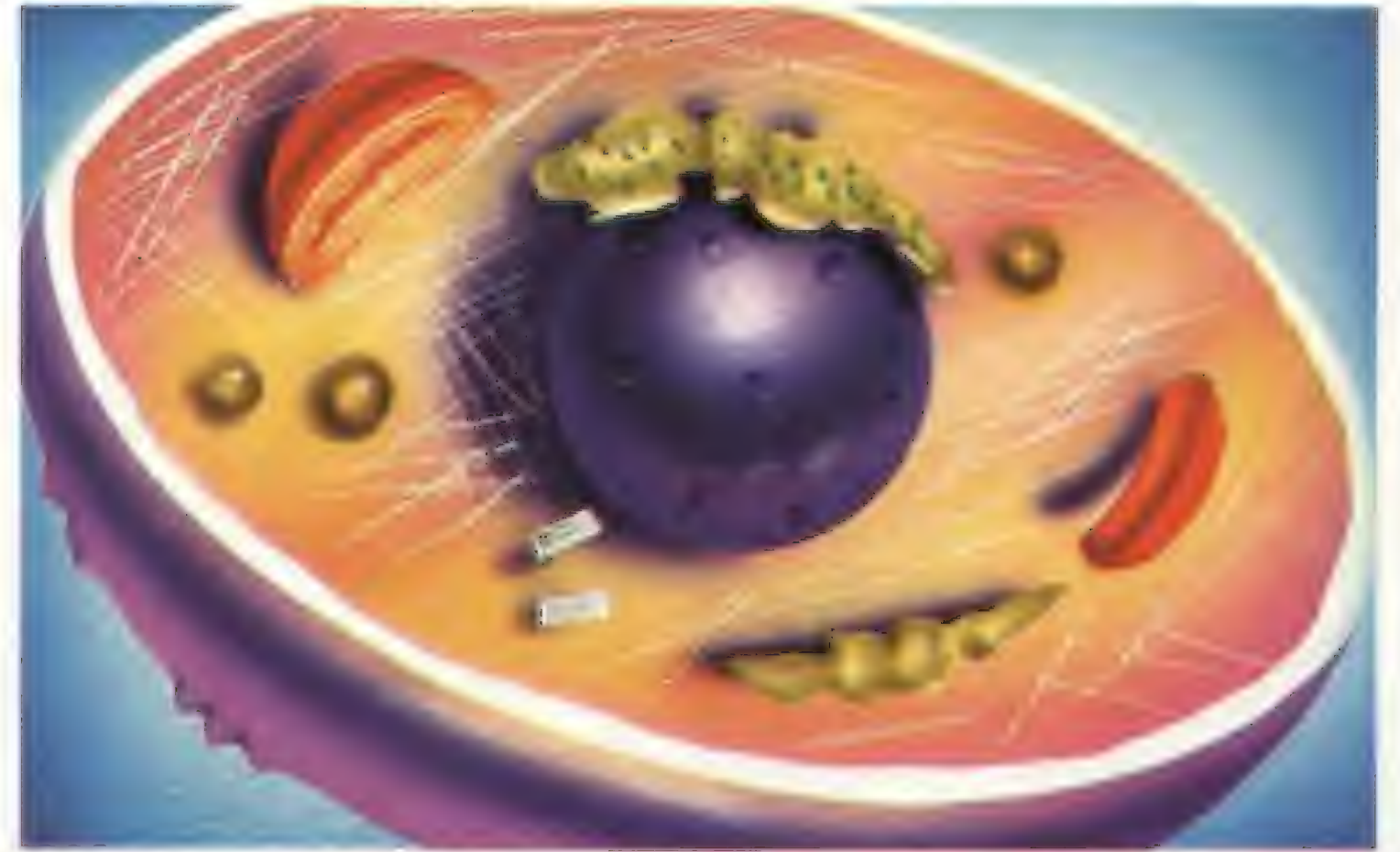
الأحماض الأمينية

البروتين



# احترسوا.. إنها هياكل الخلايا !

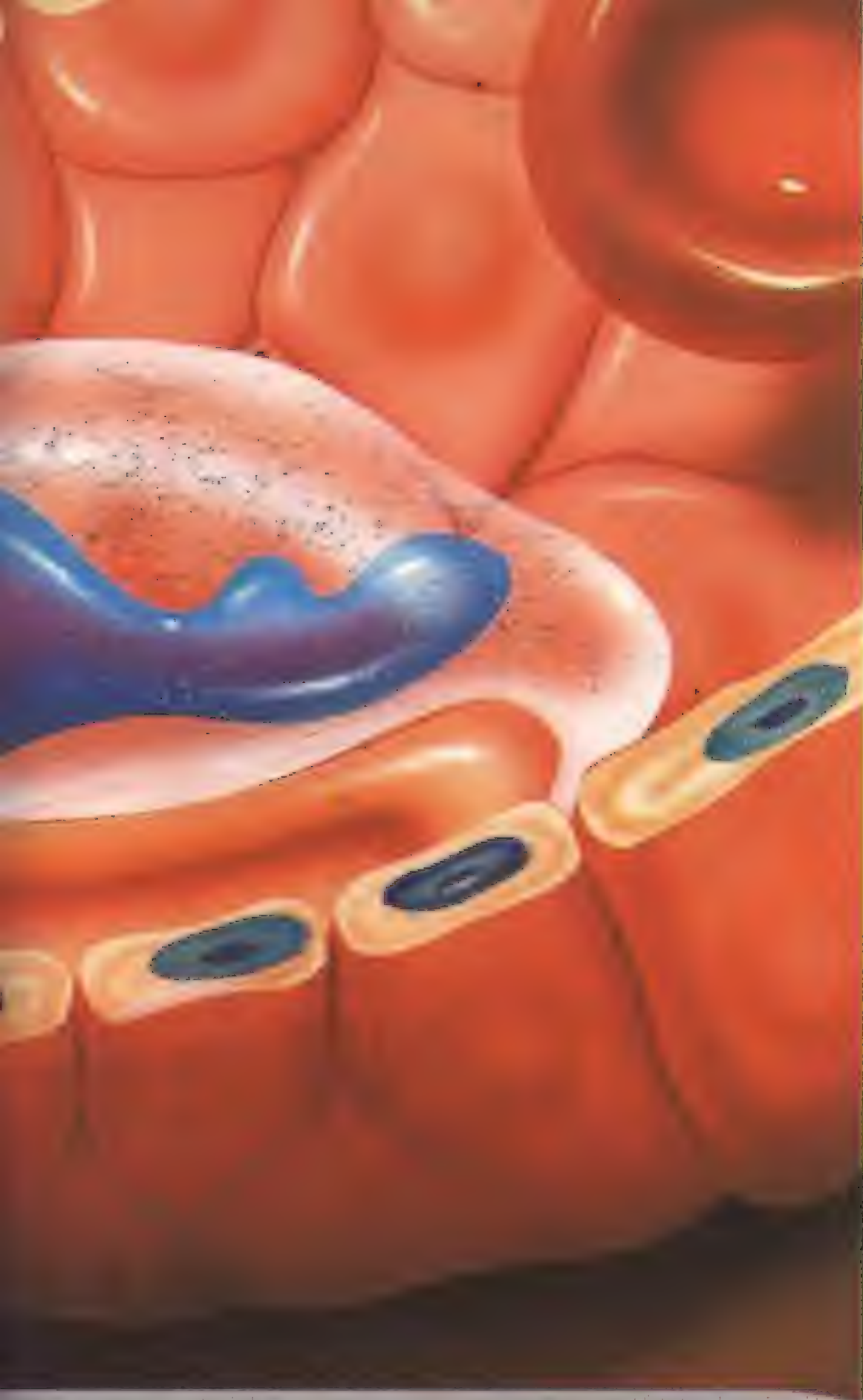
يحتاج جسم الإنسان إلى حوالي 100 ألف نوع من البروتينات المختلفة لكي يعمل بطريقة دقيقة ومضبوطة. وكما ذكرنا سابقا يقوم الشريط الوراثي والجينات بإمداد الخلية بالخطط والوصفات لبناء البروتينات، وبعد ذلك تقوم بعض البروتينات بتنفيذ هذه الخطط. فالبروتينات إذن هي الأدوات التي تبني الخلية وبالتالي تبني الكائن الحي. بل من الممكن اعتبار البروتينات عمالا حرفيين يعملون في كل بقعة من الخلية ويمدونها بجميع المواد اللازمة لبنائها. وتختلف البروتينات في خواصها وأشكالها وبالتالي في وظائفها. مثلا ترتبط بعض البروتينات بالشريط الوراثي لتقوم بعملية نسخ الجين. أما بعض البروتينات الأخرى مثل الكيراتين فيدعم الخلية ويشكل هيكلها.



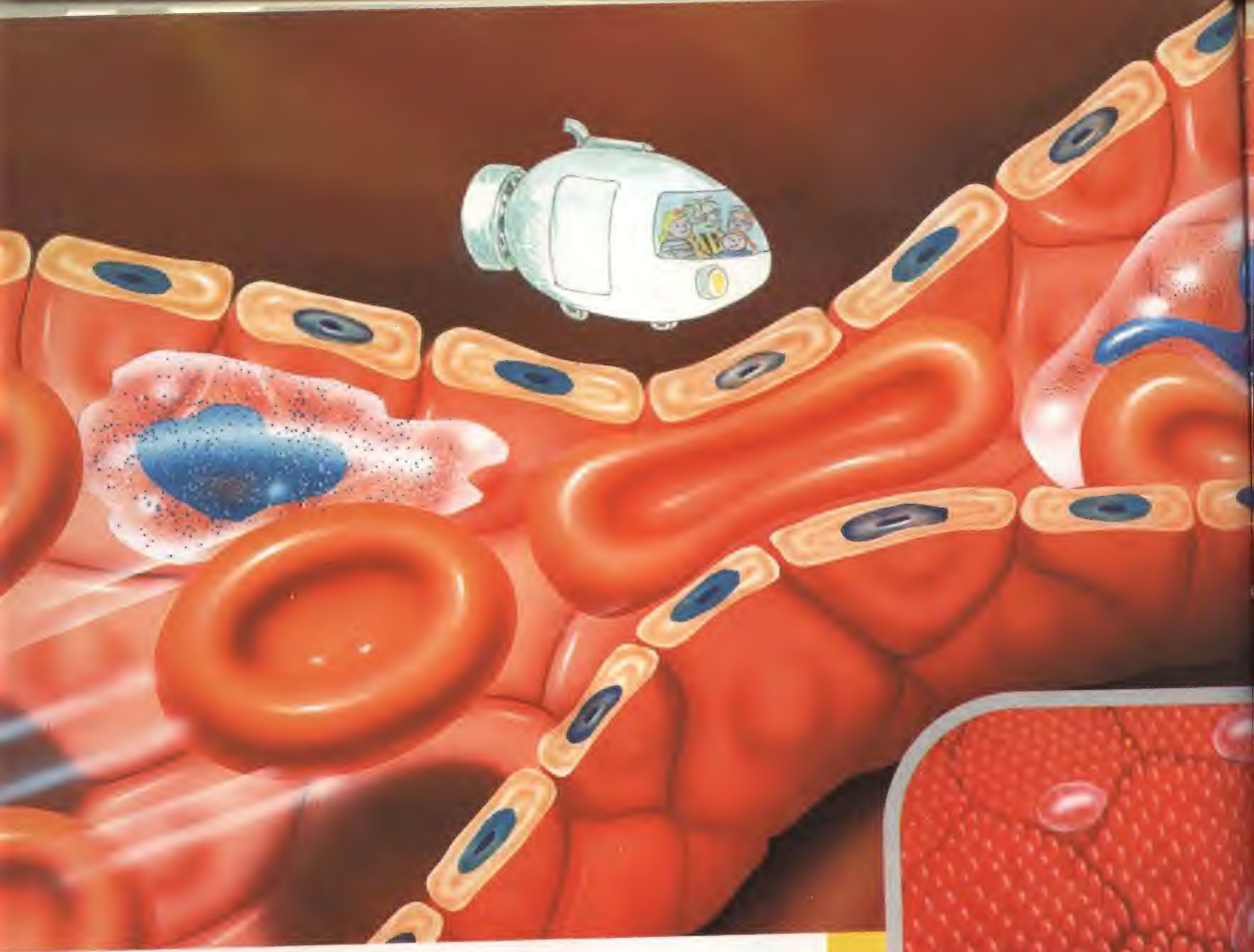
## لماذا تحتاج الخلية إلى هيكل؟

يتكون هيكل الخلية من شبكة من الألياف الرفيعة التي تؤدي وظائف ومهام عديدة. فعندما تشرع الخلية في الانقسام فإن معظم محتوياتها تتحرك هنا وهناك لتضمن أن تتسلم الخليتان الجديدتان العدد نفسه من الكروموسومات. وهنا يأتي الدور المهم لهيكل الخلية الذي يساعد على حركة الخلايا ومحتوياتها من الأجهزة، كما يحافظ أيضا على شكل الخلية.

والآن هيا بنا ننظر إلى هذه الخلايا التي تبطن السطح الداخلي للأمعاء. إنها تحتوي على ألياف دعامية تتكون من بروتين يسمى التيوبولين. وتدعم هذه الألياف أغشية خلايا الأمعاء وتقيمها مثلما يقيم العمود الخيمة. مما يجعل هذه الأغشية تنثنى لأسفل ولأعلى مثل شعر الفرشاة حتى تزيد من مساحة السطح الداخلي، ويؤدي هذا بالتالي إلى فرص اتصال أكبر وأفضل بين خلايا الأمعاء والمواد الغذائية الكثيرة التي تمر فيها.







كما يحدد بروتين التيوبولين شكل خلايا الدم الحمراء و يعطيها مرونة تساعد في أداء عملها. فهذه الخلايا تتخصص في نقل الأكسجين إلى كل ركن وزاوية في الجسم. ولكي تستطيع هذه الخلايا أن تقوم بذلك عليها أن تكون مرنة لتحشر نفسها وتتمر من خلال أضيق الأوعية الدموية .

### أستاذنا ، ما مشكلة خلية الدم الحمراء هذه؟

لقد أكلتها خلية دم بيضاء. فخلايا الجسم تحتاج إلى إمدادات من الأكسجين بصفة مستمرة. ولهذا يتم بانتظام التخلص من خلايا الدم الحمراء المستهلكة التي تعجز عن القيام بعملها . فعندما تسافر الخلايا الحمراء المستهلكة إلى الطحال فإنها تنحشر لتمر في شبكة من الأوعية الدموية الدقيقة جدا (الشعيرات الدموية). ولأن هيكل الخلايا الحمراء المستهلكة يفقد مرونته فإنها تتوقف وتعجز عن الحركة والمرور، فتأتي الخلايا الأكلة لتلتهمها.

وتوجد أنواع أخرى من الألياف البروتينية تدخل في تركيب هيكل الخلية وتؤدي وظائف مختلفة نطلق عليها أسماء الأكتين والميوسين ويأخذ كل منهما شكل الخيط، وتنزلق هذه البروتينات بعضها فوق بعض طويلا لتحرك الأشياء في الخلية وتحرك الخلية نفسها كما سوف نرى الآن. فابتعدوا عنها حتى لا ننزلق نحن أيضا!





# الحركة الأبدية

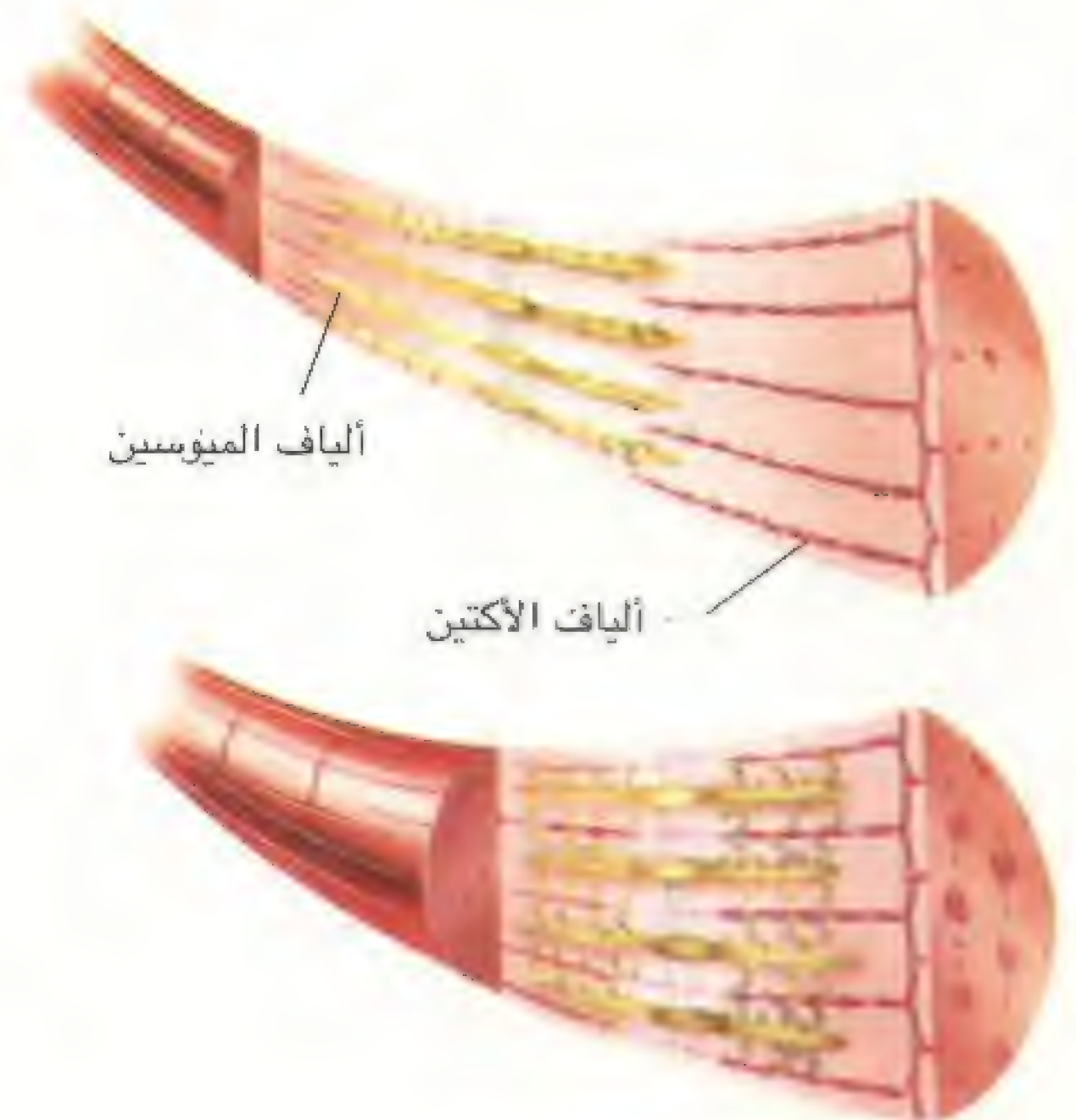
تعيش جميع خلايا الجسم حركة دائمة لا نلاحظها إلا في حالة الخلايا العضلية. والآن اقبض يدك وسوف تشعر بانقباض عضلات الجزء الأسفل من الذراع. السبب في ذلك هو أن عدة ملايين من خلايا العضلات تنقبض بعضها مع بعض في الوقت نفسه. كما تتحرك أعداد لا حصر لها من خلايا العضلات في وقت واحد من أجل أن تطرف العين أو تنتشئ الإصبع أو ينقبض القلب ليدفع الدم إلى جميع أنحاء الجسم.

## أستاذنا ، وكيف تعمل العضلات بعضها مع بعض؟

حسنا ، هيا بنا نلقى نظرة على هذه العملية. فالعضلات تتكون من حزم من خلايا العضلات تصطف طوليا بعضها إلى جوار بعض. وفي السيتوبلازم داخل كل خلية عضلية تصطف ألياف وخيوط الأكتين والميوسين طوليا بعضها إلى جوار بعض وبطريقة متوازية بحيث يكون أحد الأطراف ثابتا والطرف الآخر حرا لكي تتحرك الأطراف الحرة طوليا بمحاذاة بعضها للداخل والخارج. وعندما تستقبل الخلية العضلية الرسالة الصحيحة فإن ألياف الميوسين تنزلق فوق ألياف الأكتين إلى الداخل مما يؤدي إلى قصر طول الخلية بأكملها (أي انقباضها). وعندما تقوم ملايين الخلايا بهذا العمل في التوقيت نفسه فإن جميع خلايا العضلة تنقبض فتصبح قوية بدرجة كافية تجعلنا قادرين على حمل حقيبة سفر ثقيلة.

## هل تستطيع الخلايا أن تقوم برحلات؟

بالطبع نعم. فبعض الخلايا مثل كرات الدم الحمراء تسبح في الدم. وكذلك عندما يحدث التهاب في مكان ما من الجسم فإن الخلايا المكونة للأوعية الدموية تصبح لزجة ، مما يؤدي إلى تجمع خلايا الدم البيضاء فتتنحشر بين خلايا الأوعية الدموية وتخرج من مجرى الدم إلى مكان الالتهاب لتتغلب الميكروبات هناك.





## وما هذه الأشياء التي تجرى هنا وهناك داخل الخلية؟

الخلية الحية عالم مليء بالحركة . فهناك أعداد لا حصر لها من الجزيئات التي تتكون بصفة مستمرة وعليها أن تتحرك إلى مواقع محددة في الوقت المناسب . فالبروتينات المراد تصديرها إلى السطح الخارجي من الخلية يتم تعبئتها في فقاعات غشائية تسمى الحويصلات ثم يتم إرسالها إلى الخارج . وتتحرك الحويصلات على نوع من البروتينات تعمل مثل الأقدام الصغيرة عبر أنابيب صغيرة تسمى الميكروتيوبيولاي (microtubuli) والتي تتكون من بروتين التيوبولين . وتلك الحويصلات بروتينات تجرى مثل الأقدام الصغيرة عبر الأنابيب . وعادة ما تسافر الحويصلات في حدود أجزاء من المليمتر ولكن الأمر يختلف تماما في الخلايا العصبية حيث تسافر الحويصلات مسافات طويلة من جسم الخلية إلى أطرافها الخارجية ذهابا وإيابا لمسافات قد تصل إلى حوالي المتر .





# غذاء الخلايا البسيط

تقوم خلايا الجسم بأعمال وأنشطة متعددة كلها تحتاج إلى كمية كبيرة من الطاقة. ويقوم الدم بدوره بإمداد الخلايا بالوقود اللازم بصفة مستمرة. ولكي تحصل خلايانا على غذائها لابد أن نأكل. وبالطبع فإن الخلية لا تعرف كيف تتعامل مع الكعكة التي نأكلها. ولذا لابد أولاً من تكسير مركبات الكعكة إلى أجزاء أصغر. وهذا ما يتم خلال عملية الهضم عندما تتحلل المركبات المعقدة في الكعكة إلى مركبات أبسط مثل السكر والدهون والأحماض الأمينية. ثم تمر هذه المواد البسيطة من الأمعاء إلى الدم الذي يأخذها إلى جميع خلايا الجسم لتغذيتها. ويتم حرق هذه المواد البسيطة في جهاز الميتوكوندريا محطة توليد الطاقة في الخلية.

وتختلف النار التي تتولد في الميتوكوندريا عن النار التي نعرفها. فهي ليست نارا ساخنة ولكنها دافئة وتحافظ على الجسم دافئاً. كما أن هذه النار لا تعطى لها متوهجاً، ومع ذلك فإن ما يحدث في الميتوكوندريا يشبه ما يحدث في عملية الاحتراق الحقيقية. ففي الميتوكوندريا تتفاعل بعض المواد مع غاز الأكسجين ثم ينتج عن هذا التفاعل انطلاق الطاقة التي تستخدم بعد ذلك في مختلف العمليات والأنشطة الحيوية في أي بقعة من الخلية. ولكن لابد من وجود وسيلة لتخزين الطاقة في صورة يمكن تداولها في أي وقت وأي مكان. وبالطبع ليس هناك أفضل من تخزينها في صورة بطاريات.

## وهل تحتوي الخلايا على بطاريات؟

نعم، تحتوي الخلايا على شيء يشبه البطاريات إلى حد كبير. ويتمثل هذا في مركبات صغيرة تسبح في الخلية، ومن الممكن اعتبارها مثل البطاريات الكيميائية. ونرى في أسفل شكلاً إيضاحياً لواحدة منها، حيث تقوم الميتوكوندريا بشحن البطاريات بإضافة مجموعة الفوسفات

هذا الشكل يوضح كيفية عمل بطارية الـ ATP.

نرى أمامنا جزيء الـ ATP في الحالة غير المشحونة وهو يحتاج إلى طاقة ليربط هذا الذيل إليه (عبارة عن مجموعة فوسفات مشحونة بالطاقة الكيميائية).

الآن جزيء الـ ATP في حالة مشحونة بعد أن تم تخزين الطاقة الكيميائية فيه (ربط الذيل). وسوف تسبح هذه الجزيئات إلى المواقع التي تحتاج إلى الطاقة.

فقد جزيء الـ ATP ب. طاقته مرة أخرى. ولقد تم تحرير الطاقة من أجل استخدامها في بعض الأعمال مثل انقباض خلايا العضلات.







إلى هذه البطاريات، وينتج عن ذلك مركب جديد يحتوي على الطاقة وكأنه بطارية مشحونة. ويسمى هذا المركب جزيء الـ أ.ت.ب. ATP (adenosine triphosphate). وتتحرك هذه المركبات في كل ركن وموقع في الخلية الحية. وبالتالي عندما تكون هناك حاجة إلى الطاقة في أي موقع، فإنه يتم فصل مجموعة الفوسفات من مركب البطارية المشحونة فتنتطلق الطاقة المخزونة فيه. وتحتاج الخلية إلى الطاقة للقيام بأنشطة شتى مثل نقل أنواع مختلفة من المواد من مكان إلى آخر، وتوليد الحرارة للتدفئة والانقسام إلى خليتين والحركة إلخ... وبهذه الطريقة تخدم الخلية الحية الكائن الذي تنتمي إليه ليلاً ونهاراً.

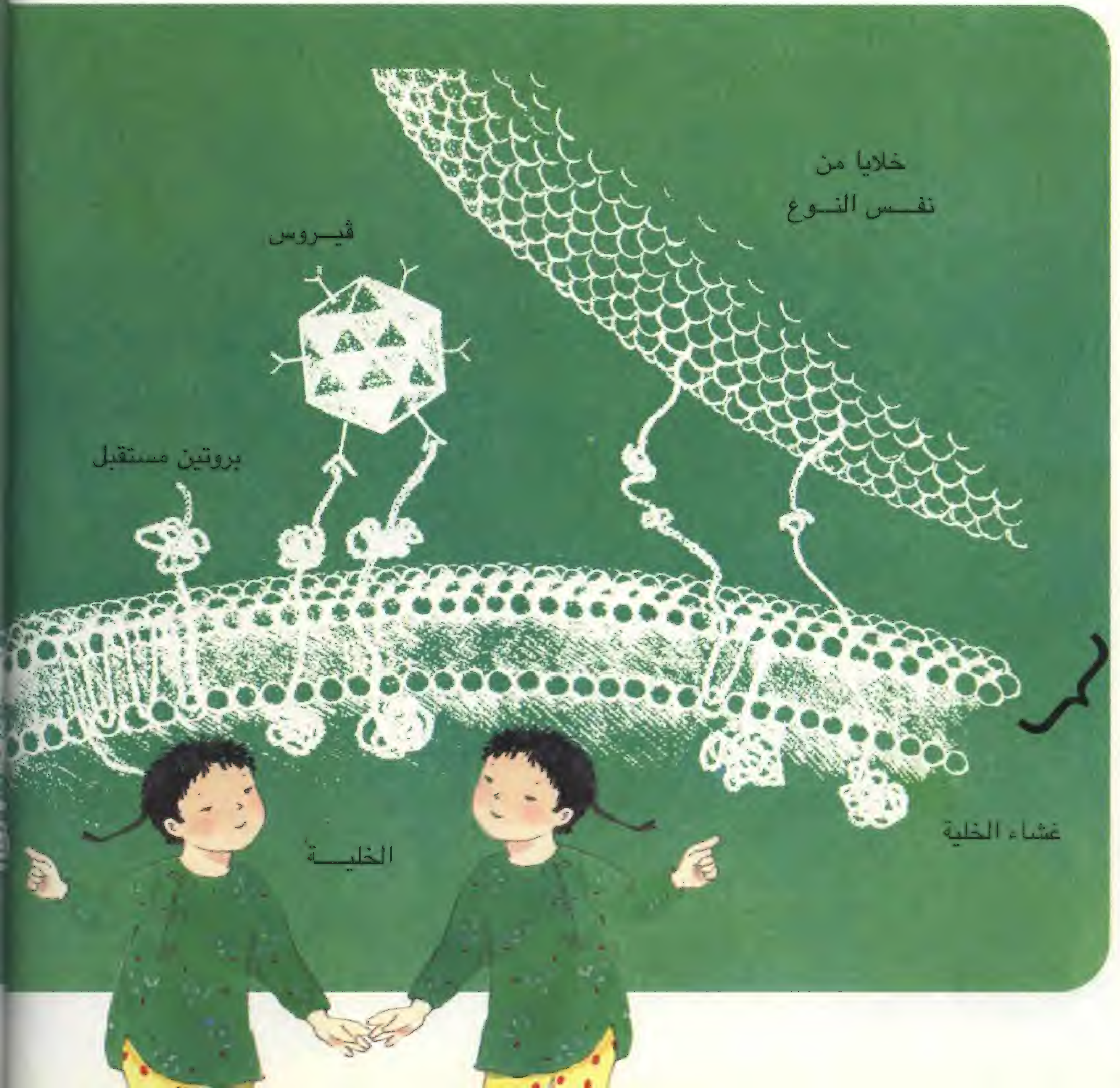
والآن يا أصدقائي، هل تتذكرون كيف تعمل الخلايا العضلية؟ حسناً، فلكي تتحرك ألياف الميوسين بمحاذاة ألياف الأكتين فإن هذا الحدث يتطلب عدة آلاف من مركبات البطارية المشحونة أ.ت.ب.





# أغشية ذكية

تحتوي الأغشية التي تحيط بالخلية وأجهزتها على أنواع مختلفة من البروتينات التي تؤدي العديد من الوظائف المختلفة . فبعضها يعمل مثل حارس البوابة أو مثل مستقبل الرسائل ، أو تعمل كمادة لاصقة لتتماسك مكونات الغشاء بعضها مع بعض .





## ما المواد التي يسمح لها بالدخول إلى الخلية؟

يرحب الغشاء بمرور المواد الغذائية البسيطة مثل الدهون والسكريات والأحماض الأمينية إلى داخل الخلية، حيث تستخدم في توليد الطاقة وأيضا كوحدات لبناء البروتينات والجزيئات الأخرى. ويمنع الغشاء مرور البروتينات الموجودة في الدم والمخلفات الأخرى وتقوم البروتينات حراس البوابة بعملية فرز للمواد المختلفة بالتعرف على أشكال المواد القادمة. وبهذا فإن هؤلاء الحراس يتفحصون جواز السفر الكيميائي للمواد التي تسعى إلى الدخول للخلية فيسمحون لبعضها بالدخول ويمنعون البعض الآخر.

أما البروتينات التي تتعرف على الرسائل وتستقبلها فتسمى «المستقبلات»، وهي تتحرك في الغشاء مثل العوامة. وتتخذ هذه البروتينات أشكالا خاصة بها تساعد في التعرف على إشارات رسائل الجزيئات فتتفاعل معها وتنقل محتوياتها إلى داخل الخلية لترد على ما جاء بها. ونطلق على تلك الجزيئات اسم الهرمونات.

## أستاذنا ، كيف تعمل الهرمونات؟

توجد أنواع كثيرة من الهرمونات التي تعمل بطرق مختلفة. مثلا ، في حالة الشعور بالخوف تقوم غدة فوق الكلية بإفراز كمية كبيرة من هرمون الأدرينالين إلى الدم ومنه إلى الخلايا. وتحتوي الخلايا العضلية المحيطة بالأوعية الدموية على مستقبلات خاصة بالأدرينالين. وبارتباط الهرمون بهذه المستقبلات يتم نقل الرسالة إلى داخل الخلية العضلية، وتحتوي هذه الرسالة على أوامر تطلب من الخلايا العضلية أن تنقبض معا لتضيق الأوعية الدموية. ونتيجة لذلك تزداد ضربات القلب في عددها وقوتها حتى يندفع الدم حاملا معه كمية أكبر من الأكسجين والسكريات (الغذاء) إلى الخلايا لتساعد في توليد كمية أكبر من الطاقة. ففي هذه اللحظات نصبح أكثر يقظة وقوة حتى نستطيع أن نتعامل مع الخطر الذي يهددنا أو حتى نهرب منه بسرعة.

## وكيف تلتصق الخلايا بعضها ببعض؟

تعمل بعض البروتينات في غشاء الخلية كالمواد اللاصقة فترتبط ببروتينات موجودة على سطح الخلايا المجاورة مما يؤدي إلى التصاق الخلايا ذات النوع الواحد بعضها ببعض. وعلى سبيل المثال ، تلتصق الخلايا المبطنة للأمعاء بعضها ببعض جيدا بحيث تحجز عجينة الغذاء والبكتيريا داخل قناة الأمعاء وتسمح فقط بعبور المواد الغذائية المهضومة إلى داخل خلايا الأمعاء. وبالطريقة نفسها تعمل خلايا الأوعية الدموية وخلايا الجلد وخلايا العضلات. فهذه الخلايا تلتصق بعضها ببعض جيدا لتكون نسيجاً متماسكا.





# صديق أم عدو؟

تلتصق الخلايا دائما بالخلايا المماثلة لها في النوع مكونة نسيجاً حاجزاً يمنع الخلايا الغريبة مثل البكتيريا أو طفيل الملاريا من الدخول إلى الدم حيث تتكاثر بسرعة هائلة. فالبكتيريا كائنات أصغر من خلايا الجسم ويوجد منها آلاف الأنواع. فبعضها يقتل خلايا الجسم بواسطة سموم يفرزها أو يدمرها بواسطة البروتينات الهاضمة.

## وهل جميع البكتيريا خطر علينا؟

لحسن الحظ فإن الإجابة عن هذا السؤال هي لا، حيث تعيش على سطح جلد كل واحد منا بكتيريا يفوق عددها عدد البشر على سطح الأرض!! ونرى إلى اليسار إحدى مستعمرات البكتيريا. كما يعيش بعض أنواع البكتيريا في الأمعاء في سلام بل ويساعد بعضها أيضاً في هضم الطعام.

يدخل العديد من الجراثيم إلى الجسم عن طريق الطعام أو الهواء، والبعض الآخر يدخل عن طريق الجروح إلى مجرى الدم. ويحتوي الجسم على جيش كامل من خلايا الدفاع التي تسمى خلايا الدم البيضاء. وتتكون هذه الخلايا في نخاع العظم لغرض واحد هو محاربة الغزاة من الميكروبات. ونرى أمامنا كيف تقوم خلية بيضاء بالتقاط البكتيريا الخضراء ثم التهامها.

وتتخصص بعض أنواع الخلايا البيضاء في محاربة أنواع معينة من الجراثيم. فهناك نوع يسمى خلايا «ب» يتخصص في إنتاج أسلحة تسمى الأجسام المضادة التي تلتصق بالغزاة فتشل حركتهم. كما تلعب دور الإنذار المبكر بإعلانها عن وجود الميكروب الغازي فتهرع إليه خلايا الدفاع الأكلة لتلتهمه.

ويوجد نوع آخر من الخلايا البيضاء يسمى بالخلايا القاتلة «ت» وهي تقتفي أثر خلايا الجسم المصابة بالفيروسات فتدمرها، وبهذا تقضي على الفيروسات. كما تدمر الخلايا القاتلة الخلايا السرطانية وهي خلايا فقدت السيطرة عليها وتستمر في الانقسام بجنون وبلا توقف مما ينتج عنه تكون الورم السرطاني.



## وما الذى تسببه الفيروسات؟

الفيروسات نوع من الميكروبات أصغر كثيرا من البكتيريا. وهى تتكون فقط من غلاف بروتينى بداخله شريط وراثى يحتوى على جينات فيروسية. وتلتصق الفيروسات بخلايا الجسم ثم تغزوها وتطلق سراح شريطها الوراثى. عندئذ تقوم الجينات الفيروسية الطاغية بالتحكم فى زمام الأمور فى الخلية وترسل تعليمات لتسخر كل أنشطة الخلية من أجل إنتاج فيروسات جديدة بأعداد هائلة. فتخرج هذه الفيروسات من الخلية وتنتشر لتغزو العديد من خلايا الجسم السليمة.

ونطلق على مجموعة خلايا الدفاع المختلفة ومنتجاتها اسم جهاز المناعة، وهو ينجح فى معظم الأحوال فى محاربة الميكروبات. ولكن أحيانا تنجح الميكروبات فى التكاثر قبل أن تهزمها الخلايا الدفاعية، وينتج عن هذا بعض الأمراض المعدية مثل الأنفلونزا والبرد والحصبة وهى أمراض تسببها الفيروسات. أما البكتيريا فإنها تسبب أمراضا مثل الإسهال و آلام الأذن والمعدة.



مستعمرة من البكتريا غير  
الضارة التى تعيش على سطح  
الجلد



# من أين تأتي الخلايا؟

عندما تكون هناك حاجة إلى خلايا جديدة تنقسم الخلية الناضجة أو الخلية الأم إلى خليتين جديدتين (ونسُميهما الخلايا البنات). وبهذا تعود الخلية الأم إلى طفولتها من جديد. يالها من فكرة! فالأمهات يتحولن إلى أطفال مرة أخرى. ويحدث هذا فقط في عالم الخلية العجيب.

## ومن أين تأتي الخلية الأم؟

جميع الخلايا التي تكون الجسم هي ذرية خلية واحدة فقط وهي البويضة الملقحة التي كانت يوماً ما في جسم الأم. ففي بداية الحمل وقبل حوالي تسعة أشهر من الولادة تندمج خلية حيوان منوى من الأب مع خلية بويضة من الأم ونطلق عليهما بعد ذلك اسم البويضة الملقحة. وفي الوقت نفسه تختلط جينات خلية الأب بجينات خلية الأم، وعلى هذا الأساس فإن كل واحد منا يبدأ من خلية واحدة تحتوي على جينات كل من الأم والأب. وبعد الاندماج مباشرة بدأت الخلية الملقحة في التكاثر والانقسام مرات ومرات حتى تم تكوين كل أنواع الخلايا المختلفة اللازمة لتكوين جسم الإنسان.

## كيف تقوم خلية ما بإنتاج خلايا جديدة؟

تقوم الجينات في نواة الخلية بالتحكم في عملية انقسام الخلايا، كما تحدد للخلية التوقيت المناسب لإيقاف عملية الانقسام. وفي بعض الأحيان تحدث إصابات لجينات بعض الخلايا فيؤدي ذلك إلى أن تفقد الخلية سيطرتها وتستمر في الانقسام دون توقف. وينتج عن هذا الانقسام المستمر تكوين ورم عبارة عن كتلة من الخلايا الخبيثة والتي نطلق عليها اسم السرطان.



1

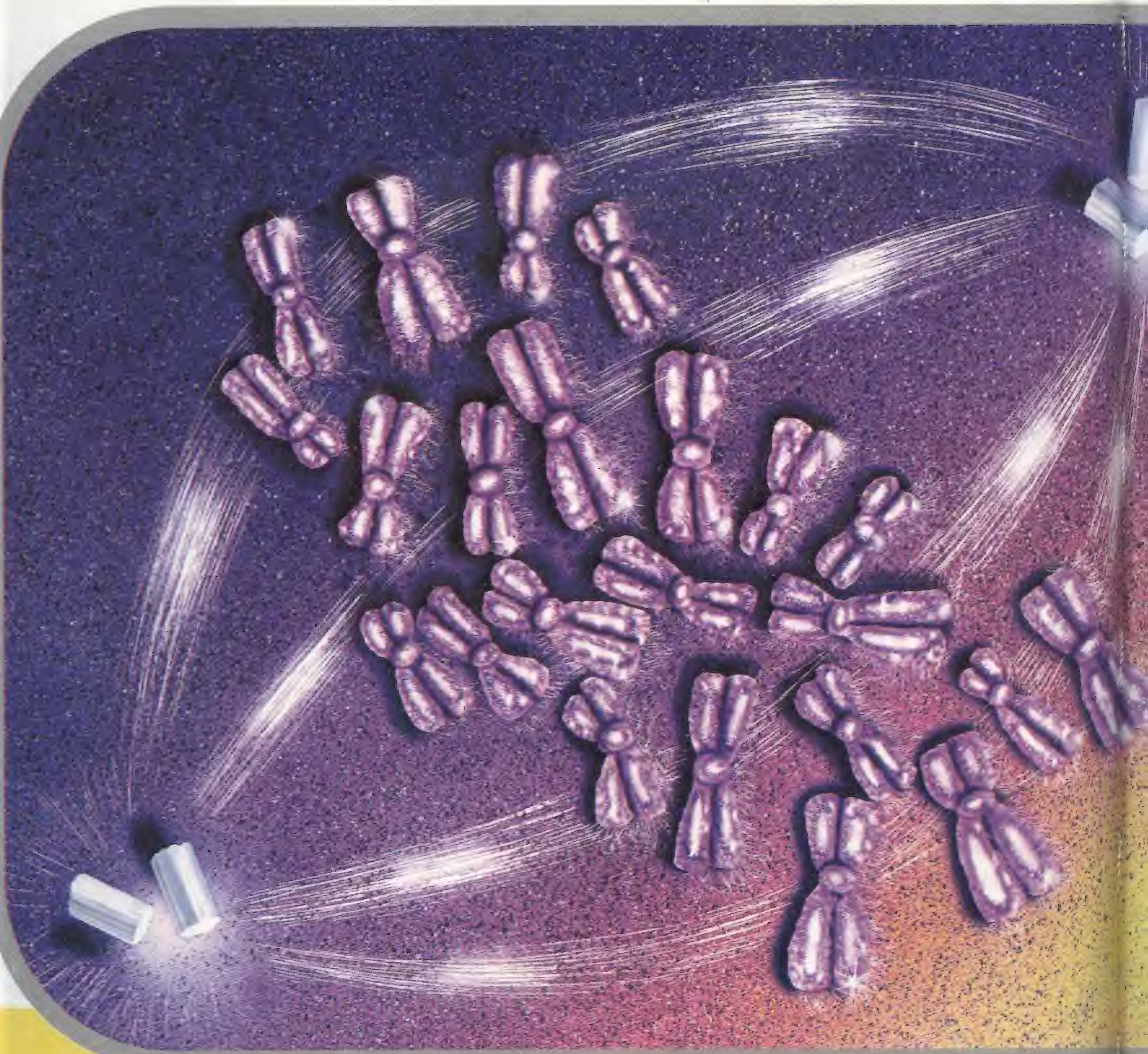


2



3





إن عملية انقسام الخلايا ليست بالعملية السهلة. فالخلايا الجديدة تحتاج إلى نفس النوع والكمية من الجينات حتى تنتج نفس البروتينات. ولهذا يجب مراعاة أن يتم توزيع الشريط الوراثي دنا بالتساوي بين الخلايا الجديدة. وعلى هذا الأساس فإن الشريط الوراثي الملفوف في الكروموسوم يتضاعف في العدد بحيث تتسلم كل خلية جديدة نسخة من الكروموسومات مثل التي تتسلمها الخلية الأخرى. وهنا سوف نرى كيف يحدث ذلك. انظروا إلى الحبيبات المركزية فهي تضع ألياف أنابيب الميكروتوبيولين في الترتيب الصحيح. فهذه الألياف هي المسار الذي تتحرك عليه الكروموسومات لضمان توزيعها بالتساوي بين الخلايا الجديدة.

- 1- عندما تشرع الخلية في الانقسام فإن المادة الوراثية فيها تتضاعف وتظهر على هيئة مركبات تسمى الكروموسومات. وتحتوي كل خلية في جسم الإنسان على 23 ثنائيا من الكروموسومات.
- 2- تصطف الكروموسومات في خط واحد.
- 3- تتسلم كل واحدة من الخلايا الجديدة نسخة من الشريط الوراثي بعد أن يتم توزيع الكروموسومات بالتساوي بين الخليتين الجديدتين.



# مع السلامة أيتها الخلايا

تنقسم الخلايا المختلفة خلال فترات زمنية مختلفة حسب الحاجة إلى استبدالها. فالخلايا التي تبطن الأمعاء تستهلك بعد ثلاثة أيام ويجب أن تستبدل بعد ذلك، وعلى العكس من ذلك تماماً تتوقف الخلايا العصبية عن الانقسام ونحن في السنوات الأولى من العمر، وعلينا أن نعيش بالعدد نفسه من الخلايا العصبية بقية حياتنا. ولهذا فإن خلايا المخ التي تدمرها المخدرات لا يمكن أن يستبدل بها خلايا جديدة. فعلينا أن نحافظ عليها. أما خلايا الجلد فوضعها أفضل كثيراً حيث تستبدل بها خلايا جديدة كل ثلاثة أسابيع.

وها نحن أولاء يا أصدقائي قد عدنا إلى نقطة البداية في رحلتنا، فلقد ماتت الآلاف من خلايا الجلد منذ لحظة دخولنا إلى كبسولة الانكماش الميكروسكوبية. والآن ماذا ينتج عندما نفرك أيدينا معاً؟ هيا خمنوا معي وتذكروا مكونات الخلية. نعم تحتوى أيدينا على العرق والأتربة والخلايا الميتة وبقاياها من الكروموسومات والبروتينات ووحدات الطاقة وكل المركبات التي قابلناها خلال رحلتنا هذه. هيا بنا نخرج من الكبسولة. والآن نكبر من جديد ونعود إلى أحجامنا الطبيعية.









# ما الذى نتذكره من رحلتنا؟

مم تتكون البروتينات؟

- 1 - الأحماض الأمينية.
- 2 - النيوكليوتيدات.
- 3 - الدنا.

الإجابة الصحيحة هي (1)، فيوجد 20 نوعا من الأحماض  
الأمينية التى تتجمع بعضها مع بعض لإنتاج الملايين من  
البروتينات المختلفة مثلما يمكن لعشرين نوتة موسيقية  
أن تنتج ملايين النغمات المختلفة. وينتج جسم الإنسان  
حوالى 100 ألف نوع من البروتينات المختلفة. أما  
النيوكليوتيدات فهى الحروف التى تكتب بها المعلومات  
فى الجينات المخزونة على شريط الدنا.

## الشفرة الوراثية :

- 1 - مكتبة كاملة من وصفات البروتين.
- 2 - تأخذ نسخة من الجين إلى الريبوسومات.
- 3 - هى ترتيب حروف الجينات لتعطى كلمات شفرية  
تناظر الأحماض الأمينية.

الإجابة الصحيحة هى رقم 3. فكل ثلاثة من  
النيوكليوتيدات على شريط الدنا تكون كلمة شفرية  
تناظر حمضا أمينيا معينا. ويقوم شريط الرنا الرسول  
بإرسال نسخة من الجين إلى الريبوسومات. وتسمى  
مجموعة الجينات فى الخلايا الحية فى الكائن بالمحتوى  
الجينى أو الجينوم (genome).

## توجد الجينات فى:

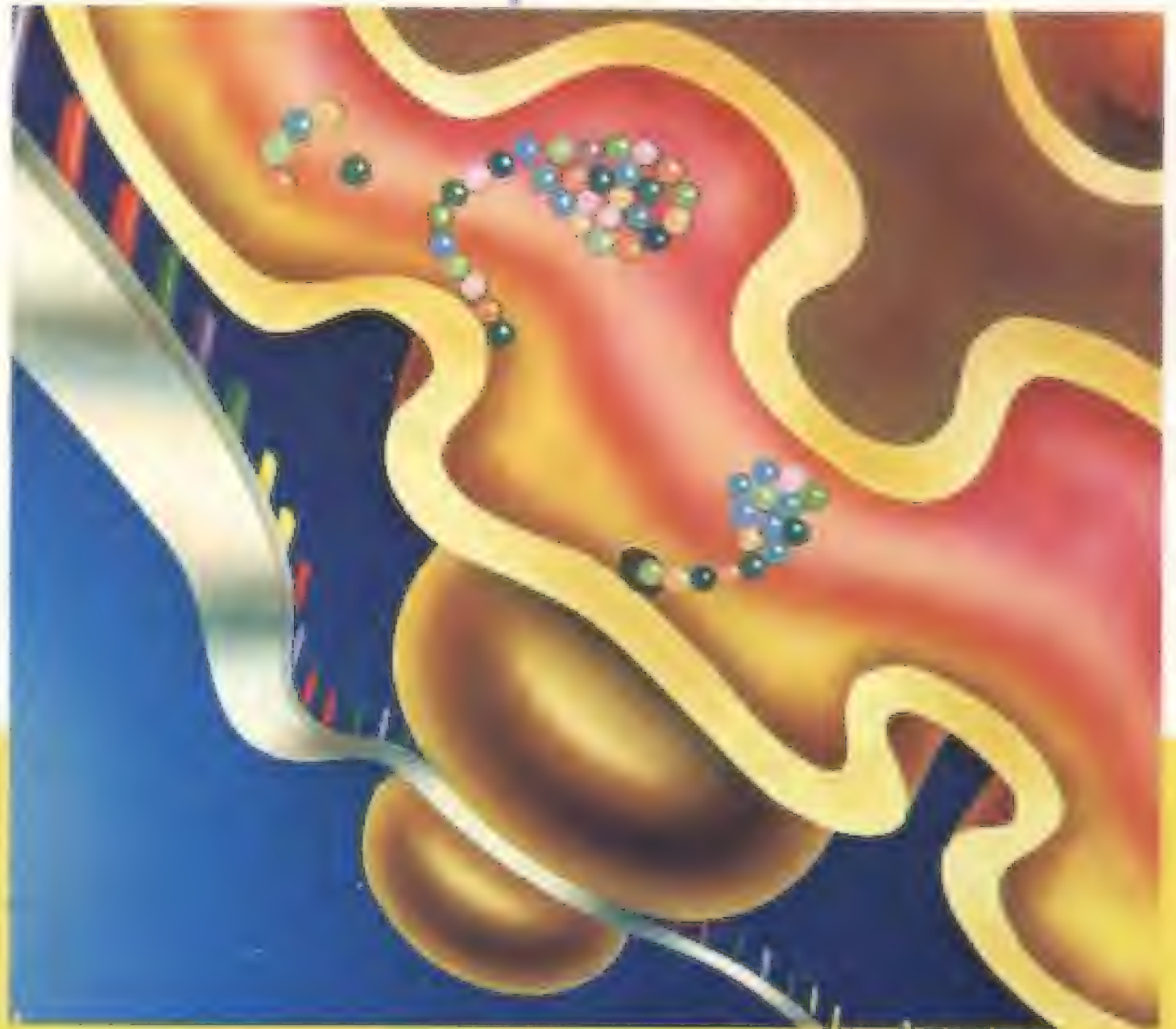
- 1 - البشر والحيوانات فقط.
- 2 - البشر والنباتات والحيوانات فقط.
- 3 - جميع الكائنات الحية بما فيها البكتريا.

الإجابة الصحيحة هى رقم 3. فالجينوم الخاص بالبكتريا  
يتكون من حوالى 3000 جين. أما جينوم الإنسان  
فيحتوى على 100 ألف جين. وتنتج الجينات المختلفة  
كائنات مختلفة. فالجينات فى حيوان القوقع تختلف إلى  
حد كبير عن جينات الإنسان. أما جينات الشمبانزى فهى  
لا تختلف كثيرا عن الجينات فى أجسامنا.

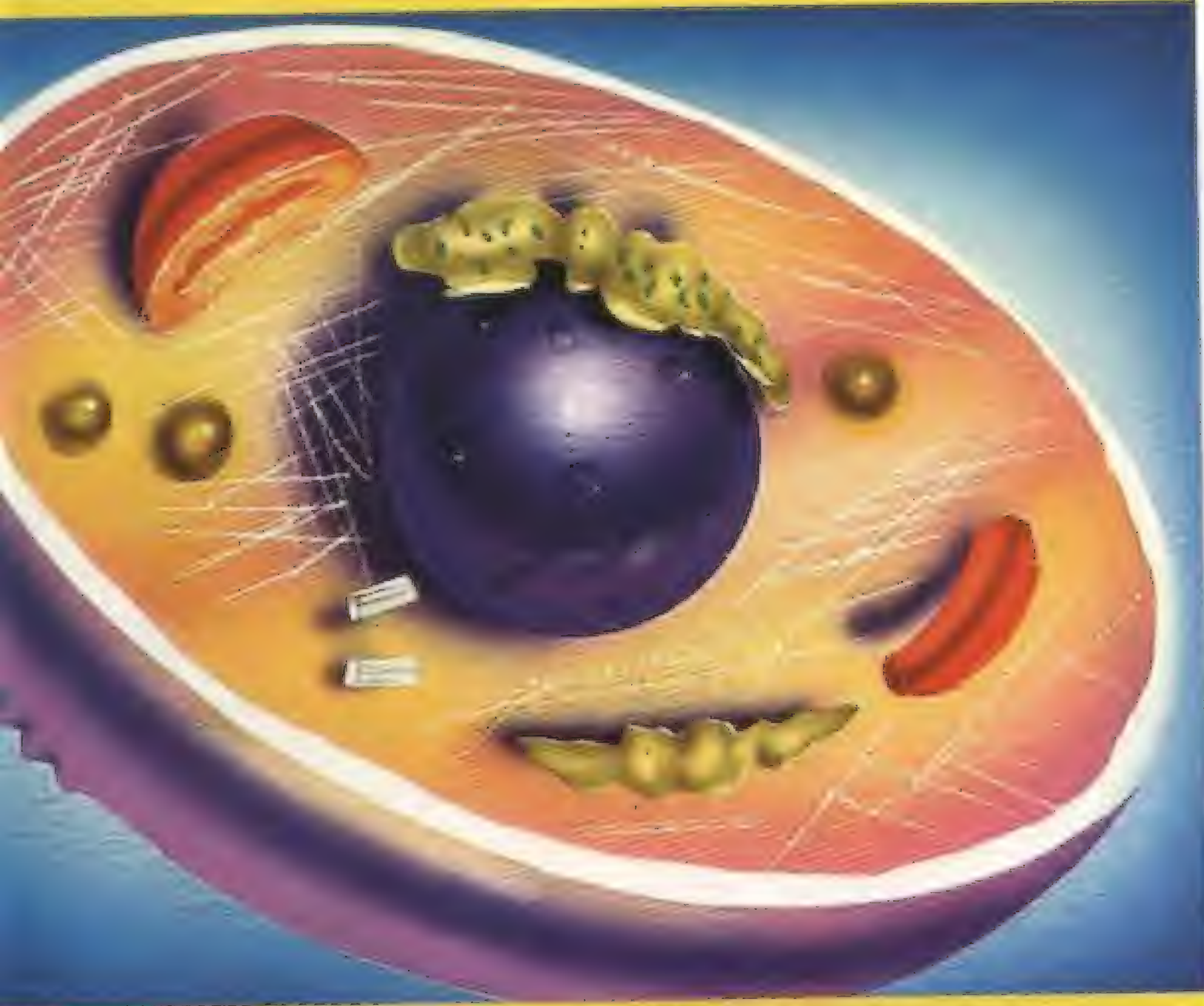
## الجين هو:

- 1 - قطعة من الدنا تحمل رسالة ومعلومات.
- 2 - نوع من البروتينات.
- 3 - وصفة لصنع البروتين.

الإجابة الصحيحة هى رقما 1 و3. فالجينات تحتوى على  
المعلومات التى تحدد النوع و لون الشعر وطول الأتف.  
وأىضا تحدد نوع الأمراض التى يمكن أن نصاب بها.







### تحتوى الخلايا على :

- 1 - محطات لتوليد طاقة.
- 2 - مصانع لإنتاج البروتينات.
- 3 - خطط لبناء البروتينات.
- 4 - مهندسين معماريين صغار لرسم الخطط.

الإجابة الصحيحة هي الأرقام 1 و 2 و 3. وبالطبع لا يوجد معماريون داخل الخلية. فلقد تسلمت الخلية خططها (أو الجينات) من الخلية الأم.

### الكروموسومات هي:

- 1 - حيوانات صغيرة تعيش في الخلية.
- 2 - قطع من الدنا.
- 3 - ألياف هيكل الخلية.

الإجابة الصحيحة هي 2. ففي خلايا الجسم يوجد الدنا في صورة 46 كروموسوما. أما الكرب فيحتوى على 18 كروموسوما. ولا توجد علاقة بين عدد الكروموسومات في الكائن وبين الذكاء، فالكلاب تحتوى على 78 كروموسوما والسماك الذهبى يحتوى على 94 كروموسوما. وبالطبع لا توجد حيوانات صغيرة داخل الخلية.

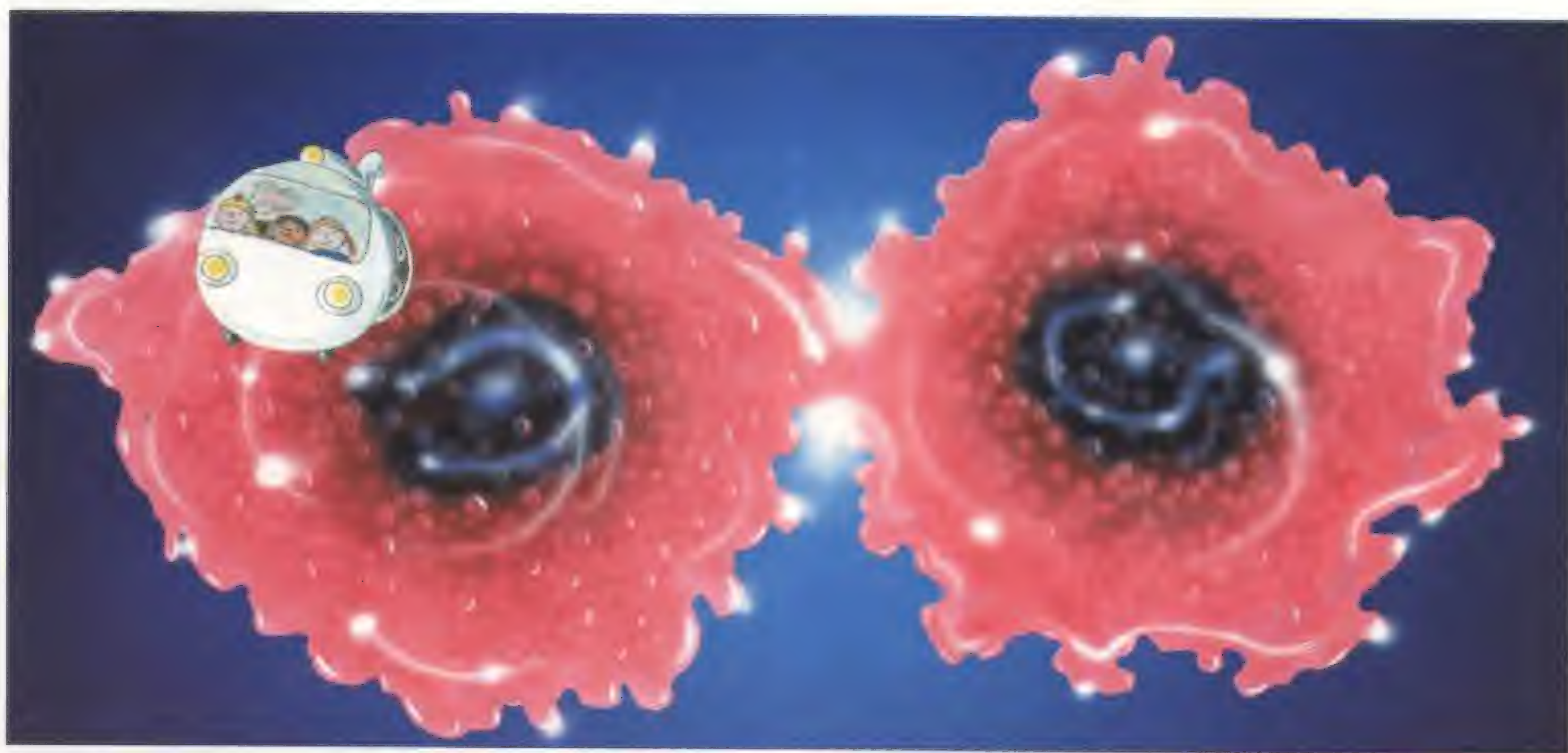
### ما الذى يتكون من خلية واحدة؟

- 1 - الأعصاب.
- 2 - العضلات.
- 3 - البكتيريا.

الإجابة الصحيحة هي رقم 3. فالعضلات والأعصاب تتكون من حزم تحتوى على عدة آلاف من الخلايا.







### تكاثر الخلايا بواسطة:

- 1 - الانقسام.
- 2 - وضع البيض.
- 3 - حبوب اللقاح.

### ينمو الأطفال:

- 1 - لأن خلاياهم تكبر.
- 2 - لأن خلاياهم تتكاثر.
- 3 - لأنهم يريدون ذلك.

الإجابة الصحيحة هي رقم 2. فالخلايا في الأطفال والبالغين لها الأبعاد نفسها. ولكن الخلايا في الأطفال تتكاثر بطريقة أسرع حتى يكبر الجسم وينمو سواء أردت ذلك أم لم ترد.

الإجابة الصحيحة هي رقم 1. فالخلية تنقسم إلى اثنتين، والاثنتان تنقسمان إلى أربعة، وهكذا. فخلية واحدة من البكتيريا تستطيع أن تتكاثر لتصبح ملايين في حالة توافر الغذاء. أما خلايا جسم الإنسان فإنها تنقسم عادة عندما تكون هناك حاجة إلى خلايا جديدة لمصلحة الكائن الحي. والخلايا الحية لا تضع البيض، ولكن البيضة التي تضعها الدجاجة عبارة عن خلية. والنباتات فقط هي التي تتكاثر بواسطة التلقيح.





## حقائق عجيبة عن الخلايا:

لو تخيلنا الخلية في حجم المنزل فإن:

الليسوسوم يكون في حجم الكرسي.

حبيبية الريبوسوم تكون في حجم كرة تنس الطاولة.

النواة تكون مثل الحجرة.

الدنا يكون في سُمك خيط السنارة.

الخلايا العصبية في المخ هي أصغر خلايا الجسم. ويحتاج الأمر إلى 40 خلية عصبية لتغطية النقطة في نهاية هذه الجملة.

خلال دقيقة واحدة تقوم الخلية بشحن وتفريغ 2 مليون من بطاريات أ. ت. ب.

يوجد حوالي 1000 جهاز من أجهزة الميتوكوندريا وملايين من الريبوسومات في خلية الكبد الواحدة.

تحتوي نقطة الدم الواحدة على 200 مليون خلية دم حمراء.



# تعريفات مهمة

**خلايا العظام : Bone cells** : خلايا تكون العظام وتتخصص في بناء وهدم العظم بصفة مستمرة.

**خلايا المناعة (ب) : B cells** : خلايا دم بيضاء تتخصص في إنتاج الأجسام المضادة.

**الخلايا : Cells** : كائنات متناهية في الصغر، ويتكون جسم الإنسان من مئات الأنواع المختلفة من الخلايا التي تساعد في البقاء، وأهم وظائفها إنتاج البروتينات.

**خلية الحيوان المنوي : Human sperm cell** : خلية جنسية من الذكر تحتوى على 23 كروموسوما ويتحد مع البويضة ليلقحها.

**الدنا : DNA** : الحمض النووي دنا وهو عبارة عن خيوط رفيعة جدا لها شكل السلم الحلزوني وتحتوى على الجينات.

**الذرات : Atoms** : أصغر جزء من العنصر الذي يساهم في التفاعلات الكيميائية.

**الرسول : Messenger RNA** : جزيء يحمل نسخة من المعلومات على الجين ويأخذها إلى الريبوسومات التي هي المصانع الخاصة بإنتاج البروتينات.

**الريبوسومات : Ribosomes** : جسيمات صغيرة في الخلية تتخصص في صنع البروتينات.

**سيتوبلازم : Cytoplasm** : مادة جيلاتينية تسبح فيها كل محتويات الخلية.

**الشبكة الإندوبلازمية : Endoplasmic reticulum** : الجهاز الذي تقوم فيه الريبوسومات بصنع البروتينات التي سوف تصدر لخارج الخلية.

**فيروسات : Viruses** : ميكروبات صغيرة جدا ولا تستطيع أن تحيا مستقلة، ولكن بمجرد دخولها في خلية حية فإنها تغير من سلوكها، ويحدث المرض بعد ذلك.

**الكائن الحي : Organism** : كائن تتمثل فيه كل خواص الحياة. ويتكون إما من خلية واحدة مثل البكتيريا، وإما من بلايين الخلايا الحية التي تشترك في بناء الحيوانات والنباتات.

**الكروموسومات : Chromosomes** : معلبات من الحمض دنا تحتوى على الجينات. ويوجد في خلايا جسم الإنسان 23 ثنائيا من الكروموسومات.

**كيراتين : Keratin** : نوع من البروتينات يستخدم في بناء الشعر والأظافر وهيكل الخلية.

**ليسوسومات : Lysosomes** : أجهزة في الخلية تقوم بهضم فضلات الخلية ثم التخلص منها أو تخزينها.

**المخ : Brain** : جهاز التحكم المركزي في الجسم. ويتكون من بلايين الخلايا العصبية التي تستقبل وترسل رسائل عبر شبكة من الأعصاب إلى جميع أنحاء الجسم.

**المستقبلات : Receptors** : بروتينات توجد في غشاء الخلية. وتتخصص في التعرف على الرسائل الكيميائية القادمة من الخارج.

**المواد الغذائية : Nutrients** : تشمل المواد النشوية والدهون والبروتينات والمعادن والفيتامينات، ونحصل عليها من الطعام الذي نتناوله ويتم هضمها إلى مركبات بسيطة تتغذى منها الخلايا.

**الميتوكوندريا : Mitochondria** : محطات توليد الطاقة في الخلية.

**نخاع العظم : Bone marrow** : الجزء الداخلى من العظام، حيث يتم إنتاج خلايا الدم الحمراء والبيضاء.

**النواة : Nucleus** : مركز القيادة في الخلية، وهي على شكل كرة في الوسط وتحتوى على الجينات.

**نيوكليوتيدات : Nucleotides** : وحدات بناء الدنا. وهي تكون درجات سلم الدنا الحلزوني.

**الهرمونات : Hormones** : جزيئات تقوم بعمل الرسائل بين الخلايا وتؤثر في عمل الخلية. مثلا هرمون الأدرينالين يأمر خلايا العضلات في الأوعية الدموية لتتقبض.

**هيكل الخلية : Cell skeleton** : شبكة من الألياف البروتينية توجد في السيتوبلازم.

**الورم : Tumor** : تجمع كبير من الخلايا التي تنمو بسبب وجود أخطاء في الجينات تجعلها مجنونة، وتنقسم بمعدل أسرع من الخلايا الأخرى.

**الأجسام المركزية : Centrioles** : أجهزة تساعد في تنظيم الخلية خلال الانقسام.

**الأجسام المضادة : Antibodies** : بروتينات تساعد في عملية قتل الجراثيم.

**أجهزة الخلية : Organelles** : الأجزاء المكونة للخلية والتي تسبح في السيتوبلازم.

**الأحماض الأمينية : Amino acids** : وحدات بناء البروتينات ويوجد منها عشرون نوعا.

**الأغشية : Membranes** : الغشاء طبقة من الدهون يتخللها بروتينات، وهو يحمي الخلية من العالم الخارجى ويساعد على التصاق الخلايا ببعضها ببعض، ويستقبل ويرسل الأخبار من وإلى خلايا الجسم.

**الأكتين والميوسين : Actin and myosin** : بروتينات تعمل معا من أجل أن تنقبض العضلة.

**انقسام الخلية : Cell division** : الطريقة التي تنقسم بها الخلية، وتبدأ عندما تنقسم الخلية الأم إلى خليتين متشابهتين جديدتين تسمى الخلايا البنات.

**البروتينات : Proteins** : وحدات بناء الخلايا، وهى الأدوات التي تستخدمها الخلايا في أداء وظائفها العديدة. فالبروتينات تبني الخلايا، والخلايا العديدة تبني الكائن الحي. ويوجد 100 ألف نوع من البروتينات المختلفة التي تعمل بعضها مع بعض في جسم الإنسان.

**بكتريا : Bacteria** : كائنات دقيقة وحيدة الخلية وهي أصغر من خلايا الجسم. وتوجد منها آلاف الأنواع، بعضها مفيد، وبعضها ضار.

**البويضة : Human egg cell** : خلية جنسية تحتوى على 23 كروموسوما. فلكي تنقسم البويضة وتكون جميع أنواع الخلايا المكونة للكائن الحي، تحتاج إلى أن تتحد مع خلية حيوان منوى ليصبح عدد الكروموسومات 46 كروموسوما.

**توبيولين : Tubulin** : نوع من البروتينات يستخدم في تكوين الألياف الدعامية التي تساعد الخلايا على الاحتفاظ بأشكالها.

**جزيء أ ت ب : ATP** : جزيئات مشحونة بالطاقة يتم إعدادها في الميتوكوندريا، ويتم إطلاق الطاقة فيها عند الحاجة إليها في أى موقع من الخلية.

**الجزيئات : Molecules** : أصغر جزيء من المادة يمكن أن يوجد بمفرده.

**الجزيئات الحيوية : Biomolecules** : جزيئات معقدة التركيب مثل السكريات والدهون البسيطة والأحماض الأمينية وهي ضرورية لبناء الخلية الحية.

**جهاز المناعة : Immune system** : يحارب الميكروبات ويتكون من الملايين من خلايا الدم البيضاء ومن أسلحتها التي تنتجها.

**جهاز جولجى : Golgi apparatus** : جهاز يختص بتعبئة وتصدير البروتينات.

**الجينات : Genes** : أجزاء على الحمض النووي دنا، وهي تحتوى على صفات لصنع البروتينات، وتتكون من عدة آلاف من الكلمات الشفرية.

**الحويصلات : Vesicles** : فقاعات غشائية صغيرة تعبأ فيها البروتينات الجديدة.

**خلايا (ت) القاتلة : Killer T cells** : نوع من خلايا الدم البيضاء التي تدمر خلايا الجسم المصابة بالفيروسات.

**الخلايا الأكلة الكبيرة : Macrophages (big eaters)** : نوع من خلايا الدم البيضاء التي تسبح مثل عساكر الدورية في الدم لتبحث عن الميكروبات وتلتهمها.

**الخلايا البطانية : Endothelial cells** : هي وحدات البناء المكونة لجدران الأوعية الدموية.

**خلايا الجلد : Skin cells** : تكون الطبقات التي تغطي الأسطح الخارجية والداخلية في الجسم.

**خلايا الدم البيضاء : White blood cells** : توجد منها أنواع مختلفة .. وتحرك بصفة مستمرة في الجسم لتتطاد الميكروبات وتدمرها.

**خلايا الدم الحمراء : Red blood cells** : خلايا في الدم تتخصص في نقل الأكسجين إلى كل أنحاء الجسم.

**الخلايا العصبية : Nerve cells** : هي الخلايا المكونة للأعصاب. وهي تنقل الرسائل. فالخلايا العصبية في الجلد مثلا تجعلنا نشعر بالضغط والحرارة والبرودة. وتتعاون بلايين من الخلايا العصبية في المخ لتجعلنا نرى ونسمع ونشعر ونفكر.

**الخلايا العضلية : Muscle cells** : خلايا تتكون من ألياف عضلية تنقبض وتجعل الجسم يتحرك.



31, 30	ATP	أ . ت . ب
37, 20	Centrioles	الأجسام المركزية
34	Antibodies	الأجسام المضادة
20	Organelles	أجهزة الخلية
30,25,23	Amino acids	الأحماض الأمينية
33, 32, 25, 20	Membranes	الأغشية
31, 28	Actin and myosin	الأكتين والميوسين
27, 14	Oxygen	الأكسجين
26, 20	Cell division	انقسام الخلية
33, 32, 27, 26,25, 24,22, 21, 20, 19	Proteins	البروتينات
34, 18, 14, 12	Bacteria	البكتيريا
26	Tubulin	التيوبولين
30, 18	Molecules	الجزيئات
19	Biomolecules	الجزيئات الحيوية
35	Immune system	جهاز المناعة
20	Golgi apparatus	جهاز جولجي
36, 35, 25, 24, 22	Genes	الجينات
29	Vesicles	الحويصلات
34	Killer T cells	خلايا ( ت ) القاتلة
27, 14	Macrophages (big eaters)	الخلايا الأكلة الكبيرة
14	Endothelial cells	الخلايا البطانية
24, 12	Skin cells	خلايا الجلد
34, 28, 15, 14	White blood cells	خلايا الدم البيضاء
28, 15, 14	Red blood cells	خلايا الدم الحمراء
29, 16, 12, 11	Nerve cells	الخلايا العصبية
33, 31, 28	Muscle cell	الخلايا العضلية
15	Bone cells	خلايا العظام
36	Human egg cell	خلية البويضة
33, 30, 28, 27,25,22, 14, 12	blood	الدم
25,24,23	Messenger RNA	الرنا الرسول
18	Atoms	الذرات
25, 20	Ribosomes	الريبوسومات
20	Cytoplasm	السيتوبلازم
20	Endoplasmic reticulum	الشبكة الإندوبلازمية
37, 25, 24, 22, 19	DNA	شريط الدنا
35, 14	Viruses	الفيروسات
36, 18,16, 11	Organism	الكائن الحي
37, 22	Chromosomes	الكروموسومات
22, 15, 14	Keratin	الكيراتين
20	Lysosomes	ليسوسومات
38, 17, 16	Brain	المخ
33	Receptors	المستقبلات
33, 30	Nutrients	المواد الغذائية
30, 20	Mitochondria	الميتوكوندريا
20	Nucleus	النواة
24, 22	Nucleotides	النوكليوتيدات
33	Hormones	الهرمونات
36	Tumor	الورم



# عالم الخلية العجيب

المستكشفون الميكروسكوبيون

«المستكشفون الميكروسكوبيون» تصطحب

قراءها من الفتيان والفتيات - وكذلك

الكبار المهتمين بالعلوم - فى رحلة

تعليمية مثيرة فى عالم الخلايا

المجهول وما وراءه.



وحتى يمكن الاطلاع على الأشياء

الدقيقة، يدخل المستكشفون

الميكروسكوبيون داخل الآلة الميكروسكوبية، التى

تنكمش بحيث يتضاءل حجمها وحجم من

فيها : حتى يصيروا من الصغير بما يمكنهم

من :

• دخول الجسم والتعرف على الخلايا.

• رؤية واستكشاف الأعضاء الداخلية ومكوناتها.

• فهم آلية جسم الإنسان، وكيف تعمل أعضاؤه

لتستمر الحياة.

وقد قام بكتابة «المستكشفون الميكروسكوبيون» فريق

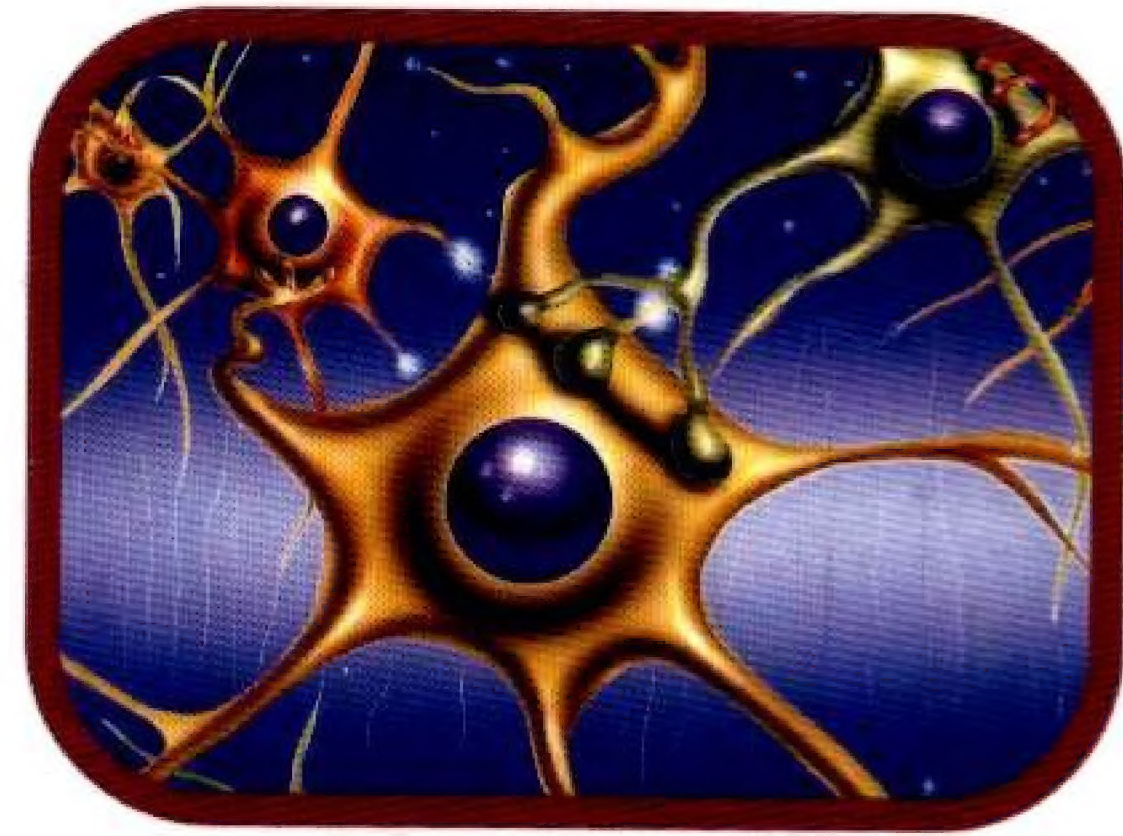
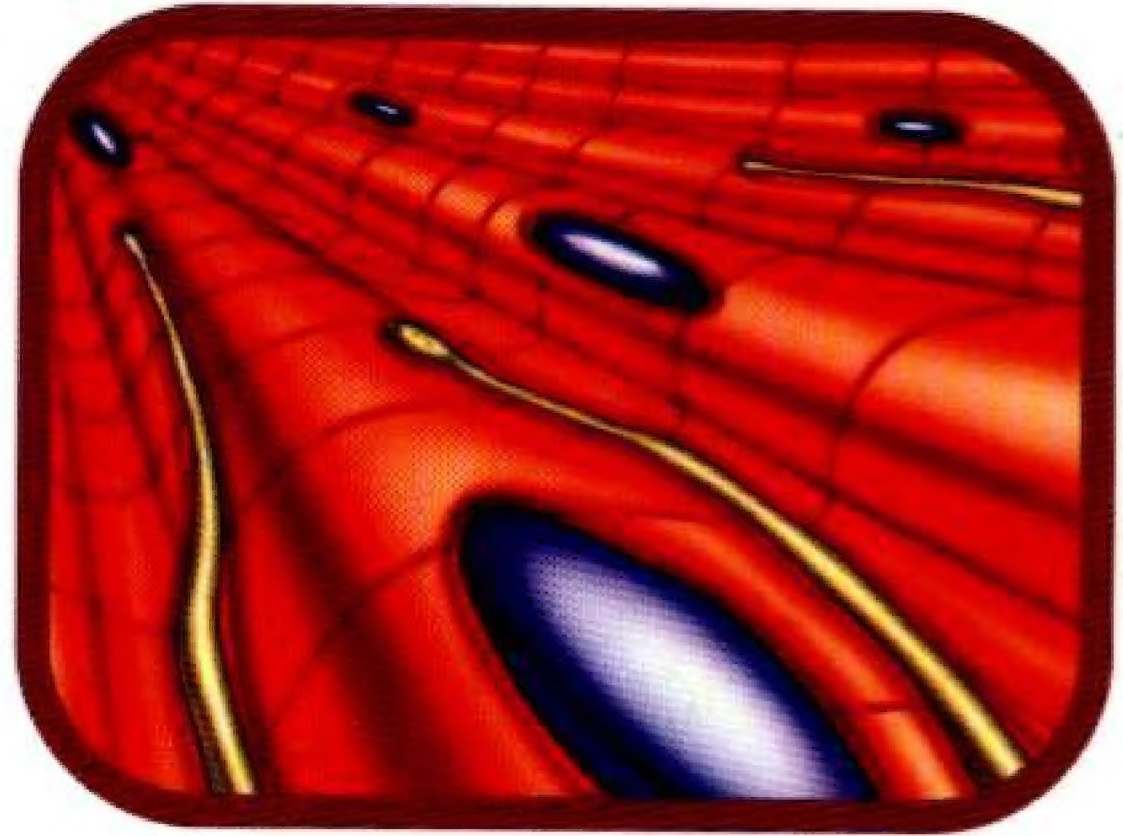
مميز من أكفأ العلماء والكتاب فى مجال الكيمياء

الحيوية وكتب الأطفال التعليمية. وهى تقدم

شرحاً مميزاً وجذاباً لتلك الأجهزة والعمليات

العضوية التى تشكل نمو جسم الإنسان وتطوره

وعمله .



فى هذه السلسلة :

• عالم الخلية العجيب

• أبطال جسمك وأشراره

• عالم الكروموسومات العجيب

• عالم الجينات العبقريّة

دار الشروق

القاهرة : 8 شارع سيديويه المصرى -

رابعة العدوية - مدينة نصر ص.ب 33 البانوراما

تليفون: 4023399 فاكس: 4037567 (202)